

Є. О. Яремко

# ФІЗІОЛОГІЯ СПОРТУ ТА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ



**Львівський державний університет фізичної культури**

**Кафедра анатомії і фізіології**



**ЯРЕМКО Є.О.**

**ФІЗІОЛОГІЯ СПОРТУ  
ТА ФІЗИЧНИХ ВПРАВ**

Навчальний посібник

Видання друге – доопрацьоване і доповнене



**Львів – 2010**

**УДК 796:612**  
**ББК 28.903я73**

**ЯРЕМКО Є.О.** – доктор медичних наук, професор кафедри анатомії і фізіології Львівського державного університету фізичної культури

Рецензенти:

**Гжегоцький М.Р.** – доктор медичних наук, професор, член-кореспондент АМН України, завідувач кафедри нормальної фізіології Львівського національного медичного університету ім. Данила Галицького

**Вовканич Л.С.** – кандидат біологічних наук, доцент, завідувач кафедри анатомії і фізіології Львівського державного університету фізичної культури

У навчальному посібнику стисло описано програмний матеріал із курсу фізіології спорту і фізичних вправ. Завдання посібника – полегшити підготовку студентів до лабораторних і підсумкових занять та розвитку навичок самостійної роботи. Подано зміст лабораторних занять і короткі відомості з кожної теми про найважливіші розділи спортивної фізіології з урахуванням професійних інтересів майбутніх спеціалістів із фізичного виховання, спорту та фізичної реабілітації. Для активації пізнавальної діяльності посібник містить графологічну структуру занять за темами, список літератури та розгорнутий план тем контрольних робіт (для студентів IV курсів ФЗД та ПН).

Посібник призначено для студентів університетів фізичної культури та факультетів фізичного виховання вищих навчальних закладів.

Рекомендовано до друку вченою радою  
Львівського державного  
університету фізичної культури

ISBN 978-966-2328-05-9

© Яремко Є.О.  
© ЛДУФК, 2010

## ЗМІСТ

### I. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Список умовних скорочень та позначень.....	5
<u>Заняття № 1.</u> Вступ у фізіологію фізичних вправ. Особливості методів дослідження. Залежність ЧСС від потужності роботи.....	6
<u>Заняття № 2.</u> Фізіологічний аналіз розминання. Визначення типологічних особливостей кардіогемодинаміки.....	14
<u>Заняття № 3.</u> Особливості фізіологічних реакцій при роботі максимальної та субмаксимальної потужності.....	25
<u>Заняття № 4.</u> Дослідження фізіологічних реакцій на статичні навантаження.....	35
<u>Заняття № 5.</u> Дослідження втоми при циклічній роботі	42
<u>Заняття № 6.</u> Фізіологічні механізми відновлення працездатності.....	49
<u>Заняття підсумкове № 7</u> (тестування). Фізіологічна характеристика станів організму при спортивній діяльності.....	55
<u>Заняття № 8.</u> Фізична працездатність та методи тестування.....	57
<u>Заняття № 9.</u> Аеробні та анаеробні можливості організму. Методи визначення.....	69
<u>Заняття № 10.</u> Натренованість та її фізіологічні показники.....	92

---

Заняття підсумкове № 11 (тестування). Фізична працездатність та функціональні показники натренованості з врахуванням видів спорту та особливих умов навколишнього середовища..... 102

II. ТЕОРЕТИЧНА ІНФОРМАЦІЯ ЗА ТЕМАМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ..... 105

1. Фізіологічні особливості дітей шкільного віку та їх адаптаційні можливості в умовах занять фізичними вправами та спортом..... 105

2. Фізіологічні особливості людей середнього і літнього віку та їх адаптаційні можливості до фізичних навантажень..... 112

3. Морфо-функціональні особливості жіночого організму та адаптаційні можливості до фізичних навантажень..... 118

4. Фізіологічні механізми формування рухової навички та рухових якостей..... 123

III. КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ПРИ СПОРТИВНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ..... 136

IV. ФІЗІОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ОСНОВНИХ ЧИННИКІВ СТАНУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНА..... 141

V. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ВИМОГИ..... 144

VI. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ ДЛЯ СТУДЕНТІВ IV КУРСУ ФЗД та ПН..... 149

VII. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ..... 169

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ ТА ПОЗНАЧЕНЬ

- АТФ – аденозинтрифосфорна кислота  
АТс – артеріальний тиск систолічний  
АТд – артеріальний тиск діастолічний  
ВПГ – варіаційна пульсографія  
ІА – індекс атерогенності  
ІН – індекс напруження  
ІГСТ – індекс Гарвадського степ-тесту  
ІХС – ішемічна хвороба серця  
ЛВ – легенева вентиляція  
ЛПВЩ (HDL) – ліпопротеїди високої щільності  
ЛПНЩ (LDL) – ліпопротеїди низької щільності  
КРС – кардіо-респіраторна система  
МСК – максимальне споживання кисню  
ПАНО – поріг анаеробного обміну  
ПТ – пульсовий артеріальний тиск  
СО – систолічний об'єм крові  
ССС – серцево-судинна система  
ФН – фізичне навантаження  
ФП – фізична працездатність  
РН – рухова навичка  
ХОД – хвилинний об'єм дихання  
ХОК – хвилинний об'єм крові  
ХТ – холестерин  
ЧСС – частота серцевих скорочень  
PWC<sub>170</sub> – фізична працездатність при пульсі 170 уд./хв  
VO<sub>2</sub> – швидкість споживання кисню  
W – потужність роботи

### **Лабораторне заняття № 1**

**Тема. Вступ у фізіологію фізичних вправ. Особливості методів дослідження. Залежність ЧСС від потужності роботи.**

**Мета.** Знайомство з основними завданнями фізіології спорту та фізичних вправ і методами дослідження. Дослідити залежність між збільшенням ЧСС і потужністю роботи.

#### **Питання для самопідготовки**

1. Історичні етапи розвитку фізіології фізичних вправ та її основні завдання.
2. Особливості методів дослідження у фізіології спорту та фізичних вправ.
3. Фізіологічна характеристика пульсу та методи вимірювання.
4. Залежність ЧСС від фізичної роботи різної інтенсивності і спрямованості.

#### **Література**

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 5 – 21.
2. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная: [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 178 – 187.

3. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 27 – 38.
4. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 3 – 9; 352 – 361.
5. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполум, 2006. – 159 с.
6. Матеріали лекцій.

#### **Коротка теоретична інформація**

До кінця XIX ст. існували лише поодинокі дослідження з фізіології фізичних вправ. Ф. Ла Гранж написав перший підручник "Фізіологія фізичної вправи" 1889 року. Це була перша спроба пояснити реакції організму на фізичні навантаження. На початку XX ст. проведено серію досліджень із вивчення механізмів та енергетики м'язового скорочення (А. Хілл, А. Сент-Дьорді, О. Мейергоф, Н. Кребс та інші). Методи і прилади для вимірювання споживання кисню розробив Д. Холден. Першу фундаментальну спробу систематичного викладення фізіологічної характеристики видів спорту описано в навчальному посібнику А.Н. Крестовнікова „Фізіологія спорту” (1933 р.). Ця книга узагальнила дослідження із фізіології спорту та фізичних вправ.

Теоретичну основу для розвитку фізіології спорту заклали видатні фізіологи – І. М. Сеченов, І. П. Павлов, О. О. Ухтомський, Л. А. Орбелі, М. Є. Введенський, А. Шерінгтон та інші. П. Н. Анохін обґрунтував теорію функціональних систем, яка широко використовується в



практиці спорту, зокрема для пояснення механізмів формування натренованості та рухової навички.

Спортивна фізіологія – прикладна наука, позаяк наукові дані безпосередньо використовуються для конкретної мети: визначення характеру реакцій фізіологічних систем організму на фізичні навантаження, для контролю за ефективністю тренувального процесу, для оцінювання та корекції передстартових реакцій тощо. Крім того, спортивна фізіологія вивчає низку фундаментальних проблем: проблему втоми та відновлення, проблему адаптації тощо.

Спортивна фізіологія посідає важливе місце в теорії фізичної культури, є основою для розуміння фізіологічних процесів, які відбуваються в організмі під час тренування і змагальної діяльності.

У спортивній фізіології переважно використовуються експериментальні дослідження людей (у лабораторних умовах) і спостереження в процесі спортивної діяльності в природних умовах. Особливість методів: портативність, малогабаритність, багатоканальність реєстрації параметрів функцій.

У лабораторних умовах поточний контроль за діяльністю кардіо-респіраторної та нервово-м'язової системи здійснюється при дозованих стандартних навантаженнях (велоергометрія, тредбан, степ-тест тощо). Деякі змінні фізіологічні показники (ЧСС, ЧД,  $VO_2$  та ін.) можна реєструвати під час виконання фізичних навантажень у природних умовах за допомогою засобів радіометрії та сучасних

електронних приладів.

### **Самостійна робота студентів**

Для роботи необхідні: секундомір, метроном, вага, комплект таблиць.

#### **Завдання 1.**

Проаналізувати особливості сучасних методів дослідження (кардіо-респіраторної та нервово-м'язової систем) у лабораторних та природних умовах. Ознайомитися з основними завданнями фізіології спорту.

#### **Завдання 2.**

**Мета.** Дослідити залежність між збільшенням ЧСС і потужністю фізичної роботи.

### **Коротка теоретична інформація**

Зі збільшенням потужності фізичної роботи енерговитрати організму за одиницю часу збільшуються, що викликає посилення активності систем енергозабезпечення та функцій кардіо-респіраторної системи.

Однією із закономірностей фізіології м'язової діяльності є наявність прямо пропорційної залежності між потужністю фізичної роботи і ЧСС. Ця залежність зберігається лише у визначеному інтервалі при ЧСС – 140 – 180 уд./хв, а у літніх людей – 130–150 уд./хв.

Такий характер залежності обумовлений тим, що при ЧСС меншій за 130 уд./хв наростання хвилинного об'єму крові (ХОК) досягається шляхом збільшення ЧСС і систо-

лічного об'єму крові (СО). При перевищенні ЧСС 130 уд./хв збільшення ХОК обумовлене лише зростанням ЧСС. У діапазоні ЧСС 160 – 180 уд./хв досягається найбільший показник кисневого пульсу (коли при кожному скороченні серця кров переносить найбільшу кількість кисню), споживання кисню наближається до МСК. При подальшому збільшенні потужності роботи надходження кисню в організм стає меншим за кисневий запит, підвищується кисневий борг, ЧСС підвищується непропорційно до потужності роботи.

Така закономірність дозволяє контролювати потужність роботи спортсмена та закладена в основу різних тестів визначення фізичної працездатності (ФП). ЧСС – найдоступніший інформативний показник ФП в умовах спортивної діяльності.

#### **Хід роботи.**

З допомогою степ-тесту (висота сходинок – 40 см) виконують чотири навантаження збільшеної потужності, кожне тривалістю 3 хвилини. Потужність навантаження ( $W$ , кгм/хв) залежить від маси тіла досліджуваного ( $p$ , кг), висоти сходинки ( $h$ , м) і темпу підйомів ( $n$  – кількість підйомів за хв) й визначається за формулою:

$$W=p \times h \times n \times 1,3$$

де 1,3 – коефіцієнт, який враховує роботу підймання та спускання.

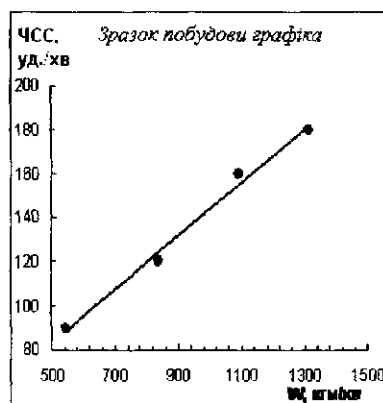
Зростання потужності роботи досягається збільшенням темпу підіймання при кожному наступному навантаженні, тому під час його виконання слід чітко дотримуватися заданого метрономом ритму. Оскільки кожен цикл рухів під час степ-тесту має чотири кроки, кількість підіймань під час виконання вправ визначають поділивши значення ритму метронома на чотири. При цьому використовують такі значення ритму метронома (темпу підіймань):

- 1) 60/хв ( $n = 15$  сходжень за 1 хв);
- 2) 90/хв ( $n = 23$  сходження за 1 хв);
- 3) 120/хв ( $n = 30$  сходжень за 1 хв);
- 4) 150/хв ( $n = 36$  сходжень за 1 хв).

Значення потужності роботи під час усіх чотирьох навантажень ( $W_1, W_2, W_3, W_4$ ) кожен студент розраховує індивідуально на основі власної маси тіла, відомої висоти сходинки ( $h = 0,4$  м) та кількості підіймань за хвилину.

Після завершення кожного навантаження у перші 10 с відновлення пальпаторно реєструється пульс (ЧСС<sub>1</sub>, ЧСС<sub>2</sub>, ЧСС<sub>3</sub>, ЧСС<sub>4</sub>). Отримані дані слід записати у таблицю.

За одержаними даними потрібно побудувати графік залежності ЧСС від потужності роботи ( $W$ ), де на осі



Досліджуваний (П.І.П.) \_\_\_\_\_

Спорт. спеціалізація \_\_\_\_\_

Спорт. стаж \_\_\_\_\_

№	Кількість сходжень за хв	Потужність роботи, кгм/хв	ЧСС, уд./хв
1	15		
2	23		
3	30		
4	36		

абсцис відкласти індивідуальні значення потужності роботи, а на осі ординат – відповідні частоти серцебиття.

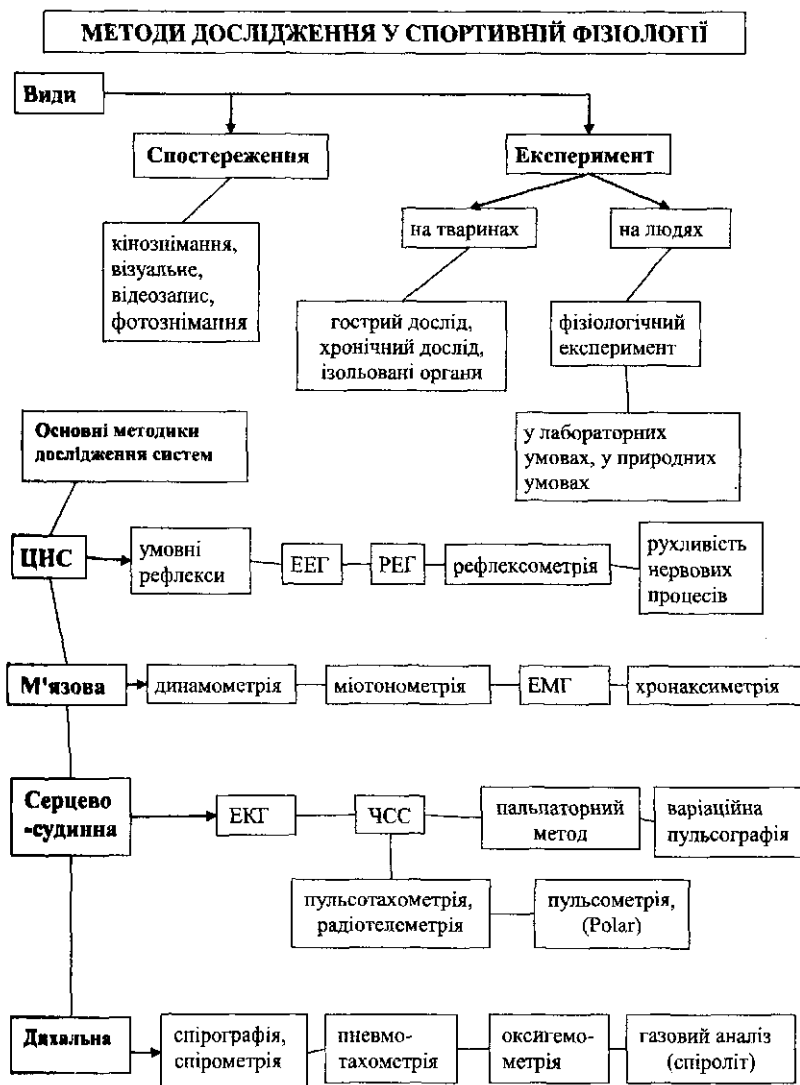
За результатами роботи слід зробити висновок, що із збільшенням потужності роботи спостерігається прямо пропорційне збільшення ЧСС. Ця важлива закономірність зберігається в діапазоні частоти серцевих скорочень 130 – 180 уд/хв.

З допомогою цієї закономірності слід вміти обґрунтувати тести для дослідження фізичної працездатності спортсмена.

### Контроль кінцевого рівня знань

1. Назвіть основні етапи розвитку фізіології спорту.
2. Які особливості методів дослідження спортсменів у лабораторних і природних умовах?
3. Яка залежність ЧСС від потужності роботи?

## Графологічна структура заняття



## **Лабораторне заняття № 2**

**Тема. Фізіологічний аналіз розминання. Визначення типологічних особливостей кардіогемодинаміки.**

**Мета:** Дослідити динаміку змін фізіологічних реакцій організму під впливом розминання та ознайомитися з методикою визначення типів кровообігу на дозовані фізичні навантаження.

### **Питання для самопідготовки**

1. Фізіологічні механізми станів організму при спортивній діяльності: (передстартовий стан, впрацьовування, стійкий стан та втома).
2. Розминання. Механізми впливу на м'язову діяльність.
3. Види дозованих фізичних навантажень.
4. Типи реакцій серцево-судинної системи на дозовані фізичні навантаження.

### **Література**

1. Маліков М. В. Фізіологія фізичних вправ / М. В. Маліков, Н. В. Богдановська. – Запоріжжя, 2005. – 102 с.
2. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 207 – 215, 254 – 260.
3. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. :

- Физкультура и спорт, 1986. – С. 11 – 26, 27 – 38.
4. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 336 – 349, 352 – 361.
5. Матеріали лекцій.

### **1. Фізіологічний аналіз розминання**

#### **Коротка теоретична інформація**

Під час систематичних тренувань організм спортсмена перебуває у кількох різних станах, тісно пов'язаних між собою. До початку роботи у спортсмена виникає **передстартовий стан**. Можна виділити 3 типи передстартових станів:

- бойова готовність;
- передстартова лихоманка;
- передстартова апатія.

В основі наведених станів є умовно-рефлекторні механізми, які залежать від типу нервової системи.

Фізична працездатність може істотно змінюватися в процесі самої роботи. Виникають такі специфічні спортивні стани, як впрацьовування та стійкий стан.

**Впрацьовування** – це процес підняття основних функцій організму спортсмена на необхідний робочий рівень. Головна особливість – гетерохронність (неодночасність) виходу рухових і вегетативних функцій. На впрацьовування впливає рівень функціонального стану організму, рівень натренованості та розминання.

При впрацьовуванні відбувається поступове формуван-



ня необхідного стереотипу рухів і поліпшення їх координації. Досягається необхідний рівень нервових та нейрогуморальних механізмів регуляції рухів та вегетативних процесів.

При тривалій циклічній роботі у спортсмена виникає **стійкий стан** (*steady state*), який продовжується від моменту завершення впрацювання до початку втоми. За характером постачання організму киснем виділено два типи стійкого стану: **справжній** і **несправжній**. Стийкий стан характеризується мобілізацією систем організму на високий робочий рівень, стабілізацією багатьох показників, що впливають на спортивні результати та узгодженість різних функціональних систем організму.

**Справжній стійкий стан** виникає при роботі помірної потужності (біг на довгі дистанції). Киснева потреба повністю задовольняється і коливається в межах 2,5 - 3,5 л/хв, що менше за його максимальну величину (МСК). У процесі роботи організм споживає стільки  $O_2$ , скільки необхідно, кисневий борг незначний. **Несправжній стійкий стан** характеризується тим, що при вправах великої потужності кисневий запит повністю не задовольняється і в процесі роботи поступово зростає кисневий борг.

Часто у спортсмена через декілька хвилин після напруженої м'язової діяльності настає тимчасове зниження ФП, задишка, біль за грудиною, порушення координації рухів. Такий стан отримав назву „**мертва точка**”. Одна з причин – неузгодженість діяльності м'язів і системи, яка

забезпечує постачання кисню. „Мертва точка” не є доконечною при напруженій роботі та переважно виникає у недостатньо підготовлених спортсменів. Але при вольовому подоланні такого стану раптово настає полегшення – зникає відчуття втоми, дихання вирівнюється, рухи стають інтенсивнішими. Цей стан отримав назву „друге дихання”.

У підготовці організму до стартового та робочого стану велике значення має розминання.

**Розминання** – це виконання комплексу вправ, які передують змагальній або тренувальній діяльності, для підвищення рівня функціонування фізіологічних і біохімічних систем організму та прискорення подальшого впрацювання. Під впливом розминання підвищується збудливість центральної нервової системи, її вегетативних відділів, активізується діяльність залоз внутрішньої секреції. Ці зміни є тлом, на якому розгортається основна м'язова діяльність.

Фізіологічна суть розминання – підвищення збудливості нервових центрів кори великих півкуль головного мозку і підкоркових структур, посилення діяльності ендокринних залоз та всіх ланок киснево-транспортної системи.

### **Самостійна робота**

**Для роботи необхідні:** тонометр, фонендоскоп, метроном, секундомір, рефлексометр, динамометр становий і кистьовий, петля Абалакова, спірометр, вата, спирт, комплект таблиць.

## Дослідження фізіологічних реакцій під впливом розминання

### Завдання 1.

Робота виконується бригадами по 4–5 студентів. Один із них досліджуваний, інші досліджують фізіологічні показники.

Після 10 – 15 хв відпочинку у досліджуваного визначають ЧСС, частоту дихання (ЧД), артеріальний тиск (АТ), кистьову та станову силу, латентний час рухової реакції (ЛЧРР), а також визначають висоту стрибка з місця (проба Абалакова – максимальне значення з 3-х проб).

### Завдання 2.

Вимірюють ті ж показники у досліджуваного після загального та спеціального розминання нарощуваної потужності впродовж 10–20 хв (характер розминання залежить від спеціалізації).

Результати зафіксувати в таблиці та проаналізувати.

Досліджуваний (П.І.П.) \_\_\_\_\_

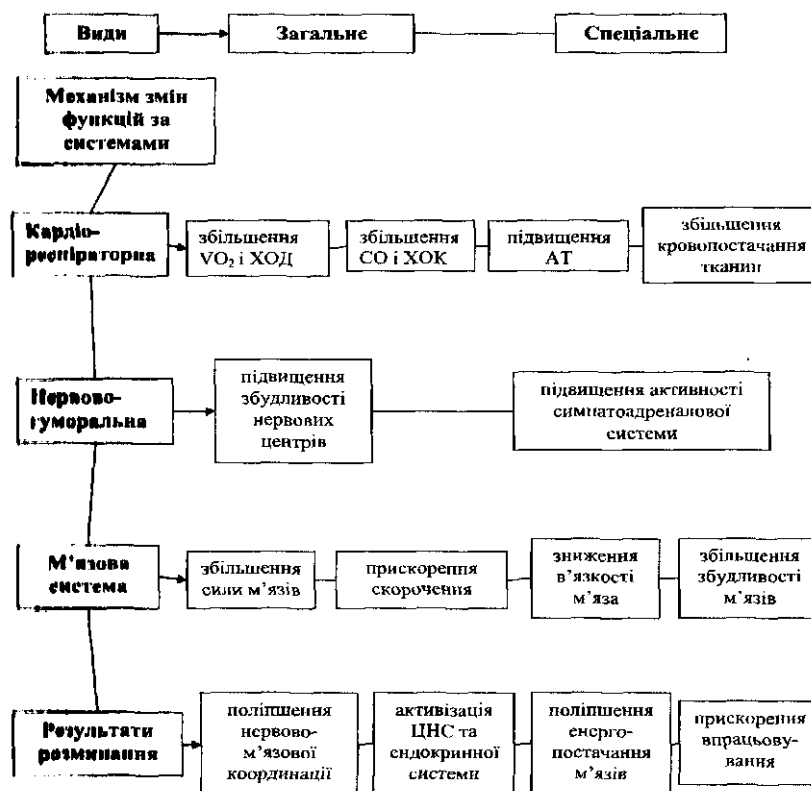
Спеціалізація \_\_\_\_\_

Розряд \_\_\_\_\_

Умови досліджу	Показники						
	ЧСС, уд./хв	ЧД, хв	АТ, мм рт.ст.	Висота стрибка	Динамометрія (кг)		ЛЧРР, мс
					кистьова	станова	
Вихідні дані Після розминання (20 хв)							

## Графологічна структура заняття

### ФІЗІОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ РОЗМИНАННЯ



Накреслити діаграму змін показників під впливом розминання (у % до вихідного рівня). Зробити висновки.

#### **Контроль кінцевого рівня знань**

1. Поясніть фізіологічний механізм розминання.
  2. Як змінюються основні показники кардіо-респіраторної та нервово-м'язової систем після розминання?
- 2. Визначення типологічних особливостей кардіогемодинаміки на дозоване фізичне навантаження**

#### **Коротка теоретична інформація**

Для оцінювання характеру реакцій організму спортсмена на фізичне навантаження широко використовуються стандартні або дозовані фізичні навантаження. Типологічні особливості в цих умовах є варіантами гемодинамічної норми і можуть бути використані як основа для аналізу показників центральної гемодинаміки.

Дозоване фізичне навантаження (ФН) – це навантаження чітко визначеного обсягу та тривалості. Наприклад, 20 присідань за 30 секунд (проба Мартине), 3-хвилинний біг на місці в темпі 180 кроків за хвилину (проба Дешина-Котова) тощо. Часто застосовують також методи дозування фізичного навантаження за допомогою спеціальної сходишки (степ-тест), велоергометра, тредбана. Завдяки технічним даним та особливостям розрахунку, істотно підвищується точність дозування фізичних навантажень.

Передбачається також оцінювання термінових адаптаційних змін і динаміки відновлення основних систем організму, особливо серцево-судинної.

Тип реакції серцево-судинної системи оцінюють на підставі порівняльного аналізу рівнів ЧСС і АТ, зареєстрованих у стані спокою й після дозованого фізичного навантаження. Оцінюється також час відновлення цих параметрів (М.В. Маліков, Н.В. Богданівська, 2005). Виділяють такі типи реакцій центральної гемодинаміки на дозоване фізично навантаження:

- 1. Нормокінетичний (еукінетичний) тип.** ЧСС збільшується не більше ніж на 100%. Систолічний артеріальний тиск (АТс) підвищується на 15–35 мм рт. ст., а діастолічний (АТд) при цьому залишається постійним або навіть знижується на 5–10 мм рт. ст. Період відновлення триває близько трьох хвилин. Цей тип реакції зустрічається у людей із високим рівнем фізичної працездатності.
- 2. Гіперкінетичний тип.** ЧСС збільшується значно більше ніж на 100%. Систолічний і діастолічний артеріальний тиск підвищуються одночасно і більше ніж на 30 %. Тривалість періоду відновлення перевищує 5 хвилин. Гіперкінетичний тип реакції характерний для станів, що супроводжуються підвищенням АТ.
- 3. Гіпокінетичний тип.** ЧСС зростає більше ніж на 100%. Систолічний тиск підвищується незначно, частіше знижується. Діастолічний тиск знижується. Цей тип переважно

трапляється при перевтомі, викликаній великим фізичним навантаженням та при патології кровообігу.

Фізіологічні механізми існування різних варіантів кардіогемодинаміки до кінця не розкриті, не вирішені питання їх походження.

Для оцінювання типу кровообігу широко використовується **комбінована проба С. П. Летунова**, яка дозволяє визначити реакцію серцево-судинної системи на три різні за інтенсивністю і тривалістю фізичні навантаження:

- 1) 20 присідань за 30 секунд (розглядається як розминання);
- 2) тест на швидкість – 15-секундний біг на місці в максимальному темпі (стегно піднімають до горизонтального положення);
- 3) тест на витривалість – 3 хвилинний біг на місці у максимальному темпі 180 кроків за хвилину (стегно піднімають на 75°).

Середні показники змін ЧСС та АТ при різних фізичних навантаженнях залежно від віку, подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Вікові особливості оцінювання кардіогемодинамічних показників комбінованої проби С.П. Летунова

Вік (роки)	Пульс за 10 с.*				АТс. (мм рт.ст.) *			
	У стані спокою	Після 20 присідань	Після 15-с. бігу	Після 3 - хв. бігу	У стані спокою	Після 20 присідань	Після 15-с. бігу	Після 3 - хв. бігу
21–25	10,0	16,4	21,2	21,5	115	131	144	154
26–30	9,3	15,3	20,3	21,0	113	130	140	158

продовження таблиці

Вік (роки)	Пульс за 10 с.*			АТс. (мм рт.ст.)*				
	У стані спокою	Після 20 присідань	Після 15-с. бігу	Після 3 - хв. бігу	У стані спокою	Після 20 присідань	Після 15-с. бігу	Після 3 - хв. бігу
31-35	9,4	16,0	20,6	21,8	117	136	150	168
36-40	10,4	16,3	20,7	21,5	117	135	146	162
41-45	9,7	16,3	20,4	22,1	115	134	141	162
46-50	10,0	16,2	20,4	21,7	120	136	145	165
> 50	10,2	17,0	20,7	22,6	132	153	161	182

**Примітка.** \* – пульс коливається в межах  $\pm 2$  уд./хв; артеріальний тиск –  $\pm 10-15$  мм рт.ст.

### Самостійна робота

Для роботи необхідно: секундомір, тонометр, фонендоскоп, метроном.

### Хід роботи

У стані спокою визначають ЧСС та рівень АТ. Потім обстежуваний виконує перше ФН – 20 присідань за 30 секунд. У перші 10 секунд після навантаження вимірюють ЧСС, а далі впродовж 40 секунд – артеріальний тиск. Починаючи з 50-ї секунди знову реєструють ЧСС за 10-секундними відрізками та час відновлення. Через 2 хвилини після навантаження повторно визначають рівень артеріального тиску.

Друге ФН полягає у виконанні 15-секундного бігу на місці в максимальному темпі. Відразу після навантаження вимірюють ЧСС і артеріальний тиск впродовж 4-х хвилин



за такою схемою: на початку і наприкінці кожної хвилини протягом 10 секунд визначають ЧСС, а в проміжку між цими операціями – артеріальний тиск.

Тест на витривалість (біг на місці в темпі 180 кроків за хвилину) виконується після закінчення 4-ї хвилини відновлення 2-ї частини проби Летунова. Після 3- хвилинного бігу реєструють ЧСС і рівень артеріального тиску.

Всі отримані результати записують у таблицю. Оцінюється характер змін ЧСС та АТ на різні види фізичних навантажень.

Рівень ЧСС і артеріального тиску (АТ)  
на різних етапах комбінованої проби Летунова

Показники	У стані спокою		
	ЧСС		
АТ			
	Після фізичного навантаження		
	20 присідань	15 - секундний біг	3 - хвилинний біг
ЧСС			
АТ			
	Час відновлення		
ЧСС			
АТ			

Зробити висновок про тип реакції серцево-судинної системи на різні фізичні навантаження. Типологічні особливості регуляції центральної гемодинаміки корелюють з показниками серцевого викиду та фізичної працездатності. Оцінювання типу кровообігу на дозовані фізичні навантаження має не тільки пізнавальне, але конкретне практичне

значення для наукового обґрунтування та раціонального планування підготовки спортсменів в обраному виді спорту.

### Лабораторне заняття № 3

**Тема.** Особливості фізіологічних реакцій при роботі максимальної та субмаксимальної потужності.

**Мета.** Дослідити динаміку функціональних змін в організмі при роботі максимальної та субмаксимальної потужності.

#### Питання для самопідготовки

1. Класифікація і фізіологічна характеристика фізичних вправ.
2. Фізіологічна характеристика циклічної роботи різної потужності.
3. Фізіологічна характеристика ациклічних вправ.

#### Література

1. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
2. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 207 – 215, 254 – 260.
3. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 11 – 26, 27 – 38.

4. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 336 – 349, 352 – 361.
5. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполом, 2006. – 159 с.
6. Матеріал лекцій.

#### **Коротка теоретична інформація**

Зміни, які відбуваються в організмі внаслідок м'язової діяльності, лежать в основі класифікації фізичних вправ. При цьому враховується потужність роботи, її тривалість, характер та інші чинники. В.С. Фарфель запропонував поділити всі фізичні вправи на стандартні (стереотипні) і нестандартні (ситуаційні). Стандартні рухи поділяються на циклічні та ациклічні. У свою чергу циклічні вправи поділяються на групи залежно від тривалості та інтенсивності роботи. Розрізняють роботу максимальної, субмаксимальної, великої і помірної потужності.

**Робота максимальної потужності** характеризується максимально можливою частотою рухів. Рекордна максимальна анаеробна потужність роботи під час спринтерського бігу становить 3–4 ккал/с і може підтримуватися 10–20 с. Під час роботи максимальної потужності потрібно від 8 до 10 л кисню за 10 с (кисневий запит). 95% кисневого запиту під час роботи не задовольняється. М'язи скорочуються переважно внаслідок анаеробних процесів (розщеплення запасів АТФ та креатин-фосфату). Ресинтез

**АТФ** забезпечується за рахунок креатин-фосфатного і частково гліколітичного механізмів.

Провідними фізіологічними системами, які визначають енергетичний результат у цих вправах, є центрально-нервове регулювання м'язової діяльності, висока координація рухів, швидко-силові функціональні властивості нервово-м'язового апарату, а також потужність фосфагенної енергетичної системи м'язів, що працюють.

Тривалість роботи в зоні **субмаксимальної потужності** від 20 – 30 с до 5 хв. У роботі переважають анаеробні процеси, ре-синтез АТФ відбувається за рахунок креатинфосфатної системи та глікогену. Спостерігається значне накопичення молочної кислоти. Кисневий борг наближається до граничних величин (15 – 22 л). Лімітний чинник – гіпоксія та порушення гомеостазу.

**Робота великої потужності** (біг на довгі дистанції) триває від 3 – 5 хв до 30 хв і вимагає повної мобілізації функцій кардіореспіраторної системи.

Недостатньо задовольняється кисневий запит, утворюється чагальний кисневий борг.

Робота в **зоні помірної потужності** триває від 30 – 40 хв до 2 – 3 годин і більше. Домінують аеробні механізми енергозабезпечення. Тривала робота призводить до значних витрат енергетичних ресурсів зокрема вуглеводних, а також до порушення водно-сольового балансу.

Внесок механізмів енергопродукції у забезпечення роботи в різних зонах потужності поданий на рис. 1 і 2 і табл. 2.

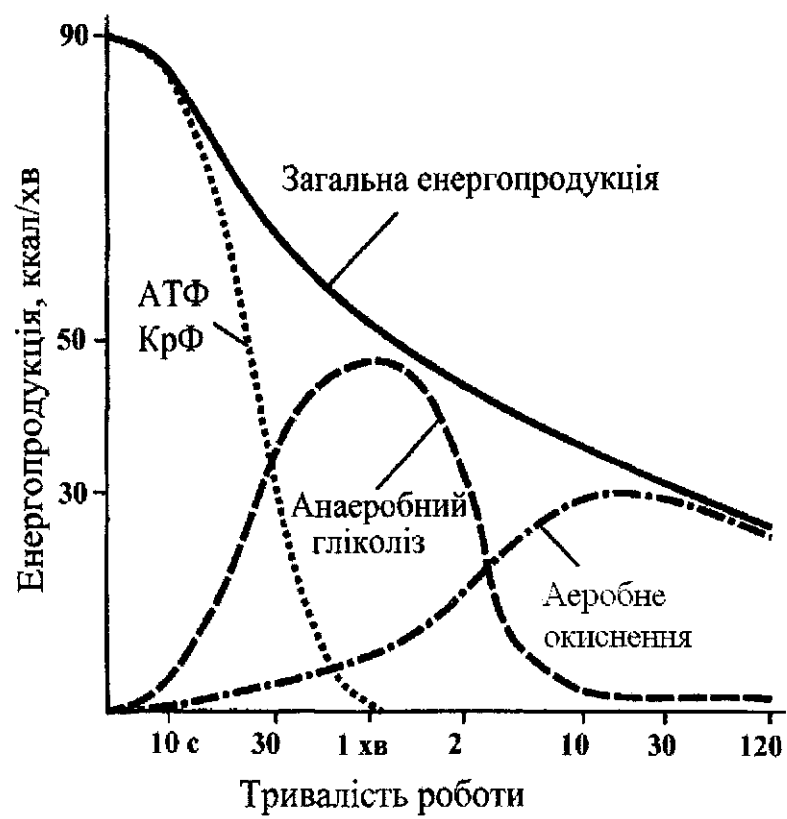
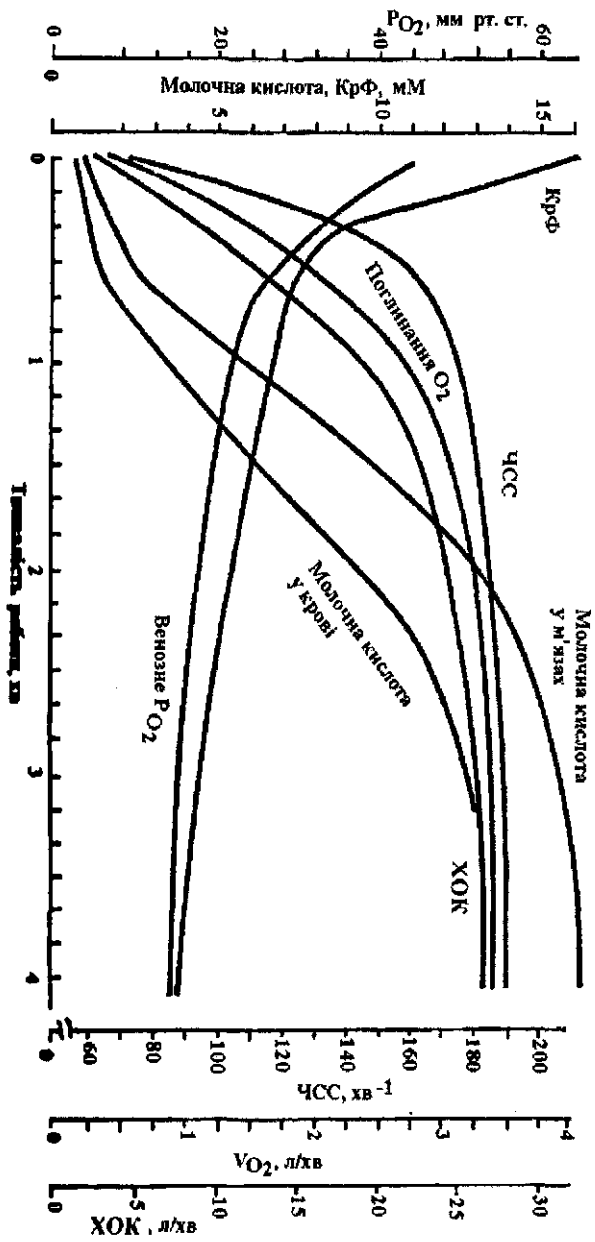


Рис.1. Внесок різних механізмів енергопродукції у забезпечення фізичних вправ різної тривалості (за даними Н. І. Волкова із співавт., 2000)



**Рис. 2. Динаміка змін вегетативних функцій організму на початку інтенсивної фізичної роботи (Будуцький В. М. 1999, 1999)**

### Характеристика циклічної роботи різної відносної потужності

Показники	Тривалість роботи			
	10-20 с	від 20-30 с до 3-5 хв	від 3-5 хв до 20-30 хв	більше ніж 30 хв
Максимальна тривалість роботи	10-20 с	від 20-30 с до 3-5 хв	від 3-5 хв до 20-30 хв	більше ніж 30 хв
Енергетичні витрати, ккал/с	до 4	1,5-0,6	0,5-0,4	до 0,3
Загальні витрати енергії, ккал	до 80	до 450	до 900	до 10 000
Поглинання кисню	незначне	максимальне	близьке до максимального	менше за максимум
Відношення споживання кисню до кисневого запиту	1/10	1/3	5/6	1
Кисневий борт, л (% запиту)	до 8 (більше ніж 80 %)	до 20 (50-80 %)	до 12 (10-30 %)	до 4 (менше ніж 10 %)
Збільшення концентрації вуглекислої кислоти у крові	невелике (до 8 ммоль/л)	максимальне (20-25 ммоль/л)	велике (10 ммоль/л)	невелике (до 4 ммоль/л)
Посилення дихання	незначне	близьке до максимального	максимальне	нижче від максимального
Посилення роботи серця	невелике	зростає до максимуму	близьке до максимального	нижче від максимального

### Самостійна робота

Для роботи необхідні: тонометр, фонендоскоп, метроном, секундомір, динамометр, спірометр, вага, спирт, комплект таблиць.

### Хід роботи

3 - поміж студентів обирають 2 – 3 обстежуваних із різним рівнем тренуваності. Інші студенти розподіляються у бригади та отримують завдання визначити у стані спокою (сидячи) такі показники: ЧСС, артеріальний тиск (АТ), СО і ХОК, ЧД, ХОД.

ХОК (хвилинний об'єм крові) визначається за формулами:

$$\text{ХОК (л/хв)} = \text{ЧСС} \times \text{СО};$$

$$\text{СО (мл/хв)} = 100 + 0,5 \times \text{АТп} - 0,6 \times \text{АТд} - 0,6 \times \text{В};$$

$$\text{АТп} = \text{АТс} - \text{АТд},$$

- де АТп – пульсовий АТ;  
АТс – систолічний АТ;  
АТд – діастолічний АТ;  
СО – систолічний об'єм;  
В – вік у роках.

ХОД (хвилинний об'єм дихання) визначається за формулою:

$$\text{ХОД} = \text{ДО} \times \text{ЧД},$$

- де ЧД – частота дихання;  
ДО – дихальний об'єм.



Потім обстежувані виконують роботу з максимальною швидкістю ( $W_{max}$ ) на стадіоні (біг на 100 м) або біг на місці в лабораторних умовах із максимальною швидкістю упродовж 20 с (стегно піднімають до горизонтального рівня). Інший студент проводить хронометрування.

Відразу після роботи і протягом 5 – 15 хвилин визначають хід відновлення досліджуваних показників. Результати дослідження записують у таблицю.

Після 15 хв відновлення досліджувані виконують друге навантаження субмаксимальної потужності ( $W_s max$ ) у вигляді 3-хвилинного бігу на місці в темпі 180 кроків за 1 хв (стегно піднімають орієнтовно на  $70 - 75^0$ ).

Після закінчення роботи субмаксимальної потужності та впродовж 5 – 15 хв відновлення знову реєструють вказані вище показники.

Результати записують у поданий зразок таблиці та роблять висновки про особливості змін функціонального стану після роботи максимальної та субмаксимальної потужності.

Цифровий матеріал, який відображає динаміку досліджуваних показників, подають як графік (у %) щодо вихідних даних. Роблять висновки про ефективність механізмів забезпечення роботи максимальної та субмаксимальної потужності та динаміку відновлення.

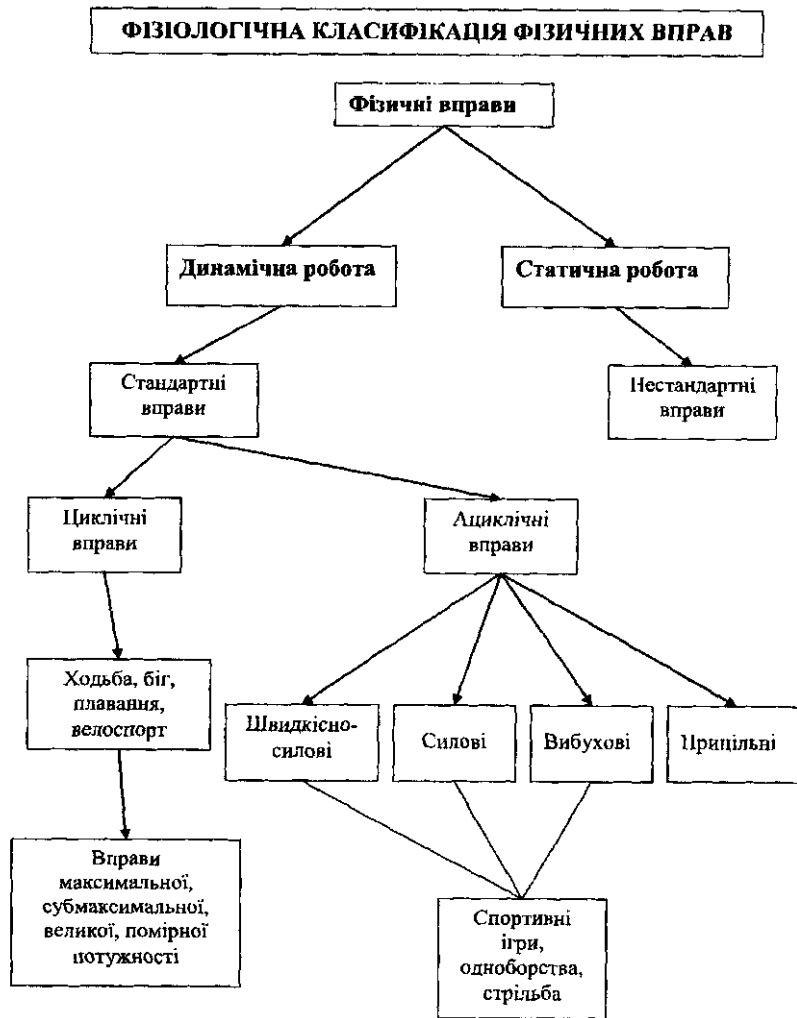
Показники центральної геодинаміки та дихання обстежуваної в стані спокою та після виконання фізичних навантажень максимальної ( $W_{max}$ ) і субмаксимальної інтенсивності ( $W_s_{max}$ )

№	Показники	У стані спокою	$W_{max}$	$W_s_{max}$	% збільшення після $W_{max}$	% збільшення після $W_s_{max}$	Відновлення	
							5 хв	15 хв
1	ЧСС (уд./хв)							
2	$\Delta P_c$ (мм рт.ст.)							
3	$\Delta P_d$ (мм рт.ст.)							
4	$\Delta P_n$ (мм рт.ст.)							
5	$P_c$ (мл)							
6	$\chi_{OK}$ (л/хв)							
7	$P_{1d}$ (л/хв)							
8	$V_d$ (мл)							
9	$\chi_{O_2d}$ (л/хв)							

### Контроль кінцевого рівня знань

- 1) Що покладено в основу класифікації циклічної роботи на чини відносної потужності?
- 2) Які особливості дихання та кровообігу під час виконання роботи максимальної та субмаксимальної потужності?
- 3) Які величини кисневого запиту і кисневого боргу під час роботи в різних зонах потужності?
- 4) Під час якої роботи утворюється максимальна кількість молочної кислоти?

## Графологічна структура заняття



#### **Лабораторне заняття № 4**

**Тема.** Дослідження фізіологічних реакцій на статичні навантаження.

**Мета.** Вивчити реакції кардіо-респіраторної системи на статичну роботу та охарактеризувати їх особливості порівняно з динамічною роботою.

#### **Питання для самопідготовки**

1. Фізіологічна характеристика статичної роботи.
2. Механізм змін при виконанні статичних навантажень.
3. Особливості втоми при статичних зусиллях.
4. Ааніз графологічної структури заняття.

#### **Література**

1. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
2. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. С. 254 – 267.
3. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 5 – 11.
4. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 76 – 77, 102 – 104, 336 – 338, 368.
5. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполум, 2006. – 159 с.
6. Матеріали лекцій.

### **Коротка теоретична інформація**

Під час статичної роботи умови для діяльності м'язів мають свої особливості. М'яз під час збудження не скорочується, а напружується. Такий режим роботи називається ізометричним, на відміну від ізотонічного та змішаного режимів, які характерні для динамічної роботи.

Елементи статичного зусилля присутні у будь-якому виді динамічної роботи. Статична робота характеризується тонічним напруженням м'язів, інтенсивність якого регулюється діяльністю рухових одиниць (РО). Фізіологічні зміни в організмі при динамічній та статичній роботі різні.

Легка статична робота виконується під час тривалого утримання пози людини без додаткового вантажу (поза сидячи, стоячи). Пояснюється це тим, що від пропріорецепторів тонічних і повільних фазних волокон у ЦНС надходить невеликий потік нервових імпульсів. У м'язах ресинтез АТФ повністю забезпечує його витрати при виконанні цієї роботи.

Гранично можливі статичні зусилля виконуються у режимі тетанічного скорочення м'язів. Біопотенціали (ЕМГ) досягають максимального рівня з амплітуди й частоти. Тривалість роботи зменшується.

Залежність між тривалістю виконуваної статичної роботи та її силою (у % від максимально дозволаної сили (МДС)) подана на рис. 3. Відмічено, що тривалість статичного зусилля різко знижується із збільшенням статичного навантаження.

Під час статичної роботи значно зростає ЧСС та артеріальний тиск (АТ).

При зусиллях вищих ніж 40 – 50 % від МДС ЧСС збільшується до 120 – 160 уд./хв. На цьому тлі зростає ХОК при немісному або невеликому збільшенні периферичного опору судин. Поява цих змін уже в перші секунди статичних зусиль вказує на нейрогенний характер цих реакцій. Під час зростання вмісту катехоламінів, зокрема норадреналіну, при виконанні статичних зусиль свідчить про суттєву участь симпатичного відділу вегетативної нервової системи у формуванні гемодинамічних реакцій. Діяльність дихальної системи змінюється незначно. Під час статичної роботи зміни ЧД, ХОД, споживання кисню невеликі і можуть бути навіть менші, ніж у стані спокою. Але після закінчення роботи показники зовнішнього дихання зростають (феномен Ліндгарда).

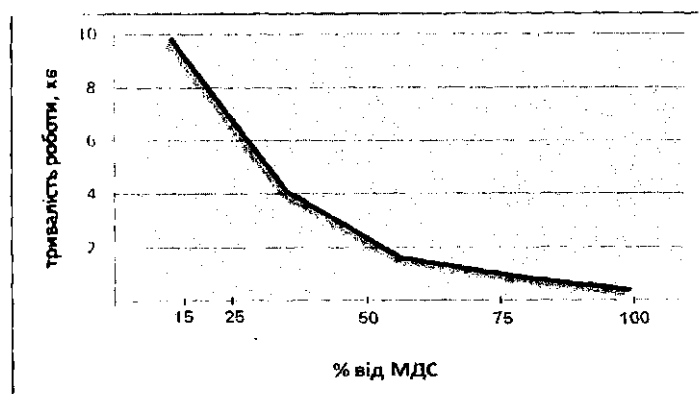


Рис. 3. Залежність між максимальною тривалістю статичної роботи та силою статичного зусилля (у % від МДС)

У нервові центри від пропріорецепторів м'язів надходить багато нервових імпульсів, які викликають охоронне гальмування, що призводить до швидкої втоми. Погіршується кровообіг у м'язах у зв'язку з підвищенням внутрішньом'язового тиску, який стискає капіляри. При виконанні статичної роботи переважають анаеробні процеси. Основними субстратами для ресинтезу АТФ є фосфокреатин та м'язовий глікоген. У м'язах накопичується певна кількість молочної кислоти, що спричиняє гальмування гліколізу та зменшення темпу ресинтезу АТФ. Це призводить до швидкого розвитку втоми. Але це не єдина причина втоми при статичній роботі. Якщо під час глобальних статичних зусиль спостерігається ще й явище натужування, то погіршується венозний приплив до серця, пульс стає мало наповнений і частий, дихання затримується. Такі зміни можуть спостерігатися при піднятті штанги, під час гімнастичних вправ типу „хрест”, стійка на руках тощо.

Утруднені умови для дихання під час статичної роботи стають причиною утворення відносно великого кисневого боргу (близько 2 – 4 л, тобто близько 90 % кисневого запиту). Порівняно з динамічною роботою під час статичних зусиль вегетативні зрушення виражені меншою мірою, незважаючи на велику втомлюваність.

Враховуючи те, що статична робота займає достатньо значне місце в житті людей, особливо в умовах зростання гіпокінезії, вона може викликати тимчасові функці-

овинні порушення в системі кровообігу (зростання ЧСС і АТ, сповільнення дихання тощо). Адаптація до фізичних навантажень статичної спрямованості відбувається з великим напруженням регуляторних механізмів гемодинаміки, особливо в дітей молодшого і середнього шкільного віку. Негативний вплив значно зменшується, якщо їх застосувати в комплексі із вправами динамічного характеру.

Після статичної роботи спостерігається активізація вегетативних функцій – зростання частоти пульсу й артеріального тиску, посилення дихання та споживання кисню. Ця зміна одержала назву феномена Ліндгарда.

### **Самостійна робота**

**Для роботи необхідні:** тонометр, фонендоскоп, секундомір, гантелі, загубник, газовий лічильник та мішок Дугласа, міотонометр, спирт, вата, таблиці з розділу.

### **Хід роботи**

У досліджуваного в стані спокою (сидячи) визначають ЧСС (уд./хв), артеріальний тиск (сistolічний та діастолічний), частоту дихання (за 1 хв), легеневу вентиляцію (ХО)<sub>2</sub> (в л/хв) та тонус тих м'язів, які виконуватимуть статичну роботу.

Потім досліджуваний виконує статичну роботу локальну або глобальну „до відмови” залежно від спортивної спеціалізації (стискання ручного експандера „handgrip”, стійка на руках, утримання гантелі або утримання ніг під



кутом 45° лежачи).

Визначають перелічені показники під час виконання статичного зусилля відразу після «відмови» від роботи і впродовж кожної хвилини періоду відновлення (до 5 хвилин).

Показники записують у протокол.

Досліджуваний (П.І.П.) \_\_\_\_\_

Спеціалізація \_\_\_\_\_

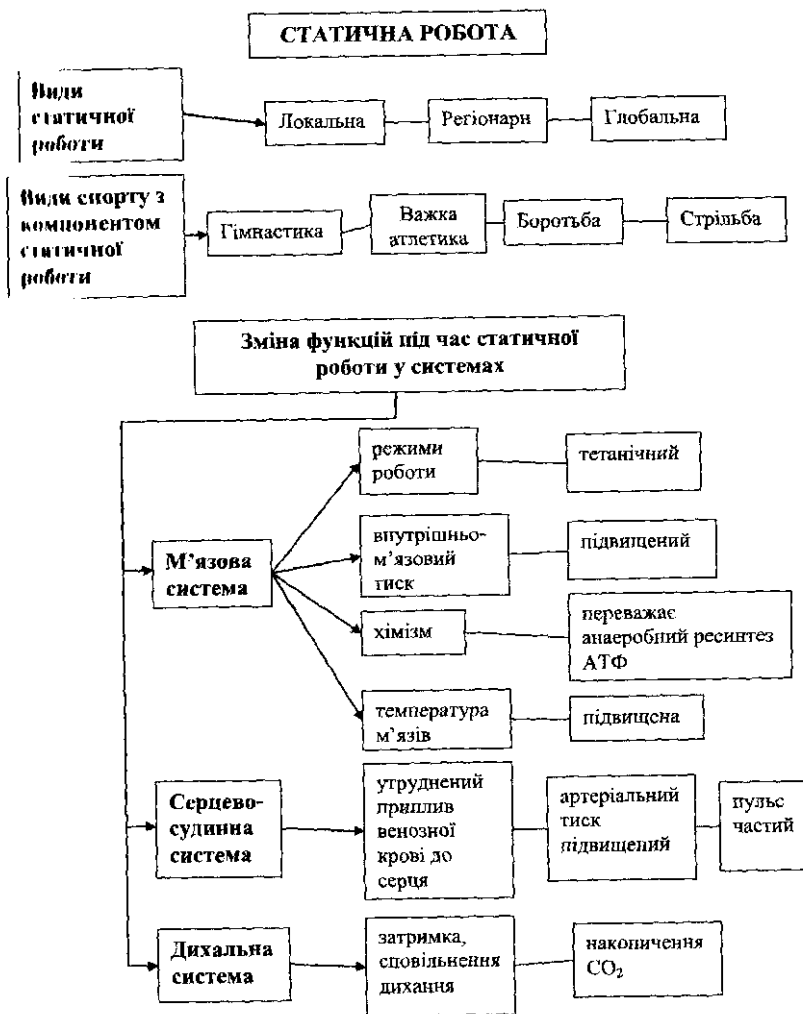
Розряд \_\_\_\_\_

Умови	Показники					
	ЧСС (за 10 с)	АТ (мм рт.ст.)	ЧД (за 30 с)	Легенева вентиля- ція (л/хв)	Міотонометрія	
					у стані напружен- ня	у стані роз- слаблення
1. У стані спокою						
2. Під час статич- ної роботи						
3. Відразу після «відмови» від роботи						
4. Період відновлення						
1 хв						
3 хв						
5 хв						

Проаналізувати особливості фізіологічних реакцій при статичній роботі. Звернути увагу на наявність феномена Ліндгарда.

Побудувати графік динаміки змін показників у % до вихідного рівня. Зробити висновки.

## Графологічна структура заняття



### **Контроль кінцевого рівня знань**

1. Дайте характеристику статичної роботи.
2. У якому режимі працюють м'язи під час статичних зусиль?
3. Які особливості змін кардіо-респіраторної системи при статичній та динамічній роботі?
4. У чому полягає принцип феномена Ліндгарда?

### **Лабораторне заняття № 5**

**Тема.** Дослідження втоми при циклічній роботі.

**Мета.** Дослідити фізіологічні зміни, які виникають унаслідок втоми при циклічній роботі „до відмови”. Вивчити фізіологічні механізми розвитку втоми.

### **Питання для самопідготовки**

1. Визначення та загальна характеристика втоми. Ознаки втоми.
2. Теорії втоми. Біологічне значення втоми.
3. Види втоми та її прояви в різних системах організму.
4. Особливості втоми при виконанні різних спортивних вправ.
5. Перевтома та її об'єктивні критерії.
6. Аналіз графологічної структури заняття.

### Література

- 1) Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
- 2) Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
- 3) Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. С. 231 – 241.
- 4) Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 39 – 47.
- 5) Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 361 – 368.
- 6) Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполум, 2006. – 159 с.
- 7) Матеріали лекцій.

### Коротка теоретична інформація

**Втома** – це одна з важливих проблем прикладної фізіології, зокрема фізіології праці і спорту.

**Втома** – це сукупність змін в організмі, які виникають при виконанні тривалої й інтенсивної фізичної роботи та проявляються в порушенні координації рухових і вегетативних функцій та тимчасовому зниженні працездатності.

Запропоновано багато гіпотез та теорій втоми. Але зараз як самостійні теорії вони можуть виступати лише в історичному аспекті. До них належать теорія виснаження

енергетичних ресурсів у м'язах (Шіфф, 1868), забруднення м'язів метаболітами (Пфлюгер, 1872), теорія отруєння (Вейхард, 1902), теорія задушення в результаті гіпоксії (Ферворн, 1903) тощо. Всі вони відображають одну з багатьох сторін втоми, але не можуть повністю розкрити механізми розвитку цього складного процесу.

Найпоширенішою є **центрально-нервова** теорія втоми (Сеченов, Павлов, Моссо), яка пов'язує виникнення втоми з порушенням регуляторних функцій нервової системи, зокрема центрів кори великих півкуль головного мозку. Втома пов'язана також зі змінами в діяльності вегетативної нервової системи та залоз внутрішньої секреції, особливо при великих і тривалих навантаженнях. Однією з причин втоми є зміни в діяльності вегетативного забезпечення (зокрема, кардіо-респіраторної системи).

Зниження працездатності при втомі пов'язано також зі змінами безпосередньо в м'язах, що працюють („гуморально-локалістична теорія”). Сутність теорії полягає у змінах у міоневральному синапсі, виснаженні енергетичних ресурсів, скупченні молочної кислоти тощо. Скупчення молочної кислоти призводить до збільшення концентрації водневих іонів (зниження рН) у м'язових клітинах, що в результаті гальмує швидкість гліколізу та енергопродукції. Скупчення молочної кислоти є провідним механізмом втоми при виконанні вправ субмаксимальної і великої потужності.

Фізіологічні механізми втоми мають свої особливості

залежить від потужності роботи, тривалості, характеру фізичних вправ та складності їх виконання.

Втома детермінована, вона має комплекс умов і причин, від поєднання яких залежить час її виникнення та інтенсивність прояву в різних системах організму. Причини втоми можуть бути **зовнішніми** (екзогенними), від яких залежить час, швидкість і вираженість втоми, або **внутрішніми** (ендогенними) залежно від нейроендокринного статусу організму.

**Втома** – це нормальна фізіологічна реакція організму, яка є сигналом про наближення виснаження, що охороняє його від повного виснаження та стимулює процеси відновлення.

При довготривалій та інтенсивній роботі, порушенні режиму роботи та відпочинку симптоми втоми можуть накопичуватися і переходити у хронічну втому або **перевтому**. Головний об'єктивний критерій перевтоми – різке зниження спортивних результатів, поява грубих помилок при виконанні спеціальних фізичних вправ, порушення сну та апетиту, млявість, стомленість тощо.

### **Самостійна робота студентів**

**Для роботи необхідні:** тонометр, фонендоскоп, секундомір, динамометр, петля Абалакова, метроном, рефлексометр (або мілісекундомір).

**Завдання 1.** У досліджуваного після 10-хвилинного відпочинку (в положенні сидячи) визначають ЧСС,

артеріальний тиск, латентний час рухової реакції (ЛЧРР), частоту дихання, час затримки дихання, кистьову динамометрію і висоту стрибка за Абалаковим.

**Завдання 2.** Досліджуваний виконує 2 експериментальні навантаження з інтервалом 15 – 20 хвилин. Тривалість першого навантаження – 3 хв (на велоергометрі потужність – 1200 кГм/хв), або виконання бігу на місці в темпі 140 – 180 кроків за 1 хв. Відразу після навантаження визначають вказані показники. Тривалість другого навантаження – 20 – 30 хв. Потужність роботи встановлюють залежно від підготовленості спортсмена. Темп кроків при виконанні бігу на місці – 120 – 140 за 1 хв. Під час навантаження спостерігають за темпом рухів і реєструють момент, коли досліджуваний відчуває утруднення в підтриманні темпу, заданого метрономом. Після „відмови” або закінчення навантаження, а також на 5 - хвилині відновлення визначають всі досліджувані показники, які записують у протокол.

Цифровий матеріал, що відображає динаміку досліджуваних показників, подають як графік у % до початкового рівня. Аналіз функціональних змін свідчить про те, що циклічна, короткочасна робота викликає невеликі зрушення досліджуваних показників. У добре тренуваних спортсменів можна спостерігати навіть позитивні зміни деяких показників.

Досліджуваний (П.І.П) \_\_\_\_\_  
 Спеціалізація \_\_\_\_\_  
 Розряд \_\_\_\_\_

№ сп	Показники	Умови			
		Вихід- ний стан	Після 1 - го навантажен- ня	Після 2 - го навантажен- ня	На 5-й хв відновлення
1	ЧСС (уд./хв)				
2	АТ (мм рт.ст.)				
3	ЧД (хв)				
4	Час затримки дихання (с)				
5	ЛЧРР (мс)				
6	Динамометрія (кг)				
7	Висота стрибка (см)				
8	Чимпа темпу бігу (хв)				

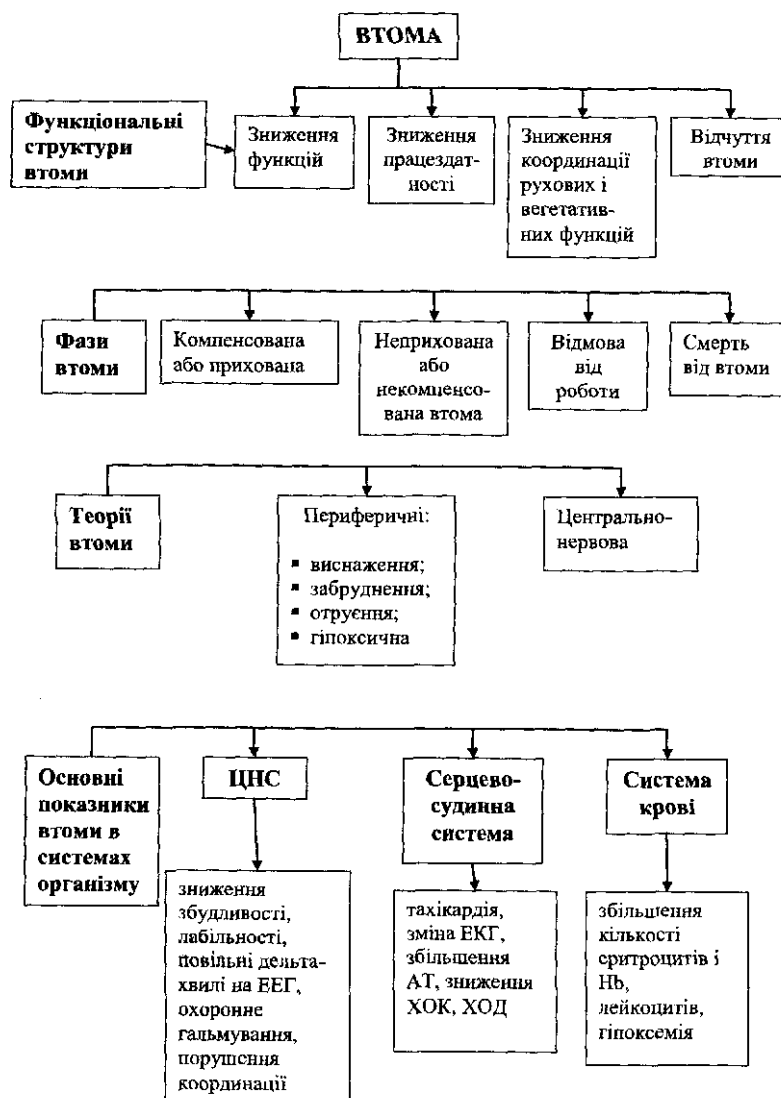
Тривала робота (20 – 30 хв) характеризується розвитком вираженої втоми. Це проявляється у збільшенні ЛЧРР, прискоренні ЧСС, зниженні діастолічного АТ, зменшенні висоти стрибка, тривалішому часі відновлення тощо.

### Контроль кінцевого рівня знань

1. Які фізіологічні механізми розвитку втоми?
2. Прояви втоми в різних системах організму.
3. Які особливості втоми при виконанні роботи різної потужності і тривалості?



## Графологічна структура заняття



### **Лабораторне заняття № 6**

**Тема. Фізіологічні механізми відновлення працездатності.**

**Мета.** Визначити динаміку відновлення за даними повторної циклічної роботи з різними за тривалістю інтервалами відпочинку. Навчитися визначати оптимальний інтервал відпочинку при виконанні повторної роботи.

#### **Питання для самопідготовки**

1. Праці фізіологів, які присвячені проблемі відновлення (І. М. Сеченова, І. П. Павлова, В. В. Розенблата, А. Хілла, Г. В. Фольборта, В. Д. Моногарова, В. А. Енгельгарда та інших). Сучасні уявлення про механізми відновлення.
2. Структура і фази відновного періоду.
3. Гетерохронність відновлення функцій.
4. Критерії відновлення за даними рухових і вегетативних функцій.
5. Фізіологічні механізми дії різних засобів відновлення працездатності.
6. Аналіз графологічної структури заняття.

#### **Література**

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 374 – 412.
2. Зотов В. П. Восстановление работоспособности в спорте / В. П. Зотов. – К. : Здоров'я, 1990. – 197 с.

3. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Terra-спорт, 2001. – С. 241 – 249.
4. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 47 – 53.
5. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 368 – 376.
6. Матеріали лекцій.

#### **Коротка теоретична інформація**

**Проблема відновлення** – одна із фундаментальних у спортивній фізіології. При виконанні інтенсивної роботи в організмі відбуваються тісно пов'язані між собою процеси дисиміляції (розщеплення) і відновлення багатих на енергію сполук. Причому процеси розщеплення переважають над процесами відновлення.

Від завершеності відновних процесів залежить готовність системи до наступного робочого циклу. Тому важливе значення має не тільки повнота (завершеність) відновлення, але і його швидкість. У відповідний період після роботи відбуваються складні взаємопов'язані процеси:

- 1) „погашення” робочого збудження – зниження ЧСС, АТ,  $VO_2$ ;
- 2) ліквідація явища втоми – повернення до норми збудливості та сили м'язів, тощо;
- 3) відновлення енергетичних запасів у вигляді АТФ,

КФ, глікогену, а також гормонів, медіаторів;

4) конструктивні процеси – закріплення у механізмах пам'яті гіперпластичних процесів у м'язах.

Швидкість відновлення залежить від тривалості та потужності роботи. Відновлення різних функцій відбувається з різною швидкістю і спрямованістю. Досягнення вихідного рівня відбувається неодноразово („гетерохронно”). Відновлення працездатності після інтенсивної роботи має фізичний характер – фаза пониженої, вихідної, підвищеної (суперкомпенсація) працездатності та повернення до нормального рівня. Ефективність повторної роботи залежить від стадії (фази) відновлення (рис. 4).

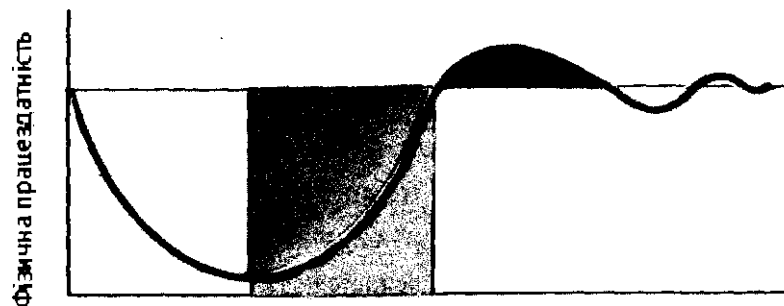


Рис. 4. Схематичне подання змін працездатності у процесі роботи „до відмови” і в період відновлення (за даними А. Коробкова, 1970)

Процеси відновлення є важливою ланкою адаптації, що відображає розвиток стану натренованості. Варіативність відновлення залежить від індивідуальних особливостей спортсмена, рівня натренованості та характеру м'язової діяльності. Фазовий характер відновлення дозволяє обґрунтувати один із головних принципів спортивного тренування – принцип повторності.

У період відновлення формується „системно-структурний” слід минулої напруженої м'язової діяльності, що лежить в основі довготривалої адаптації, а в спорті – в основі натренованості (Ф.З. Меєрсон). Характер відновних процесів змінюється залежно від режиму діяльності спортсмена в післяробочий період.

У досліджах І. М. Сеченова показано, що швидше відновлення забезпечується не пасивним відпочинком, а переключенням на інший вид діяльності („активний відпочинок”).

Для відновлення працездатності використовують педагогічні, психологічні і медико-біологічні засоби. Всі засоби відновлення можна розділити на постійні та періодичні. До постійних засобів належать збалансоване харчування, загартування, оптимізація емоційного стану, раціональний режим тренування та відпочинку. До періодичних засобів – масаж, гіпоксичне тренування, теплові та водні процедури, фізіопроцедури, використання біологічних стимуляторів, адаптогенів тощо.

### Самостійна робота студентів

Для роботи необхідні: секундомір, метроном, таблиці з розділу.

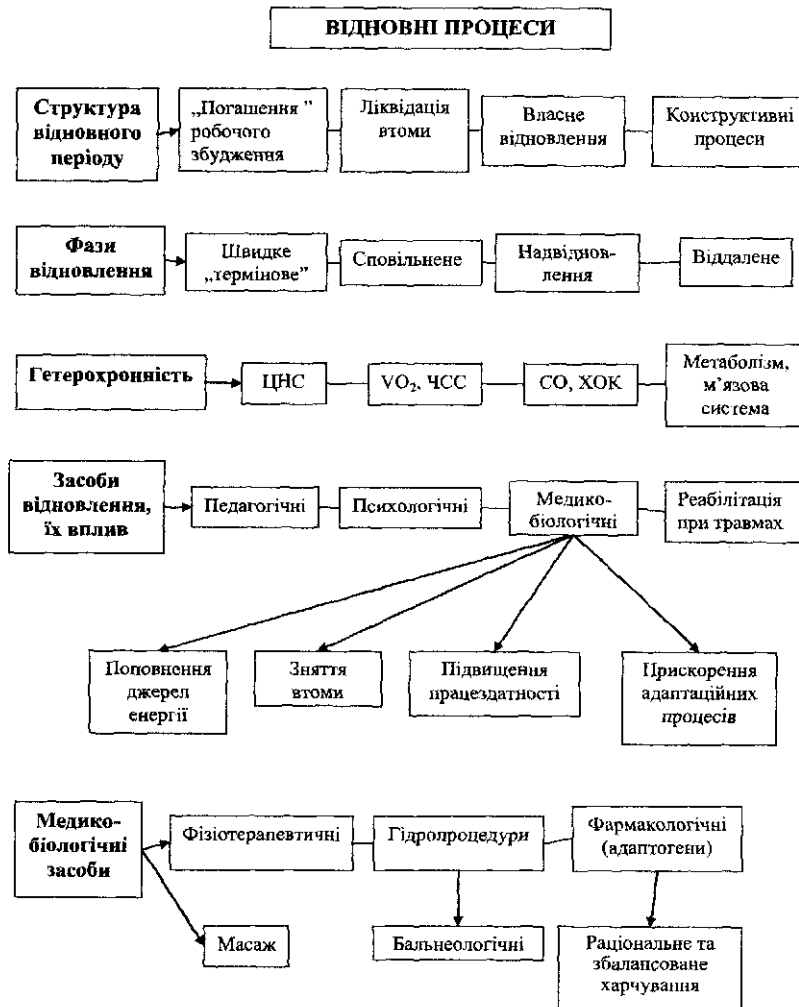
**Завдання 1.** З - поміж студентів обирають 6 досліджуваних. У стані спокою у них реєструють пульс. Як експериментальне навантаження використовують згинання рук в упорі від підлоги (або лавки) під метроном „до відмови”.

Навантаження необхідно виконувати в максимально поданому темпі і з максимально можливою тривалістю з підрахунком числа відтискань. Відразу після припинення роботи реєструється пульс.

**Завдання 2.** Навантаження повторюються з різними інтервалами відпочинку. Кожен із 6 студентів має свою тривалість відпочинку (1, 3, 5, 10, 15 і 20 хвилин) і повторно відтискається під метроном „до відмови”. Реєструють ЧСС, підраховують кількість повторних відтискань і розраховують % щодо початкової величини (перше навантаження), яке приймається за 100 %. Одержані показники записують у протокол.

№ з/п	Прізвище досліджуваного	Кількість відтискань (I навантаження)	Інтервал відпочинку (хв)	Кількість відтискань (II навантаження)	% працездатності	ЧСС (уд./хв)		
						У стані спокою	Після I навантаження	Після II навантаження

## Графологічна структура заняття



Оформити діаграму відновлення працездатності у % і зробити відповідні висновки.

Повторення навантаження через 3 – 5 хвилин після першого навантаження звичайно збігається з фазою зниженої працездатності. Навантаження через 10 – 15 і 20 хвилин можуть збігатися з фазою підвищеної працездатності.

#### **Контроль кінцевого рівня знань**

1. Які Ви знаєте фази відновлення працездатності?
2. Які інтервали відпочинку між повторними навантаженнями є оптимальними?
3. Які об'єктивні показники відновлення працездатності?
4. Які Ви знаєте медико-біологічні засоби відновлення?

#### **Заняття підсумкове № 7 (тестування).**

**Тема.** Фізіологічна характеристика станів організму при спортивній діяльності.

**Мета.** Вивчити динаміку та особливості змін фізіологічних реакцій організму спортсмена на різних етапах спортивної діяльності (передстартовий стан, стійкий стан, втома та відновлення).

#### **Контрольні питання**

1. Класифікація фізичних вправ.
2. Фізіологічна характеристика циклічної роботи різної потужності.



3. Фізіологічна характеристика статичної роботи.
4. Фізіологічні механізми передстартового стану.
5. Розминання та механізми впливу на м'язову діяльність.
6. Впрацьовування та стійкий стан при циклічних вправах.
7. Фізіологічна характеристика втоми. Ознаки втоми та її прояви в різних системах організму.
8. Теорії втоми та особливості втоми при різних видах фізичних вправ.
9. Перевтома, об'єктивні критерії.
10. Структура та фази відновлення.
11. Гетерохронність відновних функцій.
12. Медико-біологічні засоби відновлення та їх фізіологічні механізми.

#### **Література**

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Волков В. М. Восстановление в спорте / В. М. Волков. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 144 с.
3. Гелесевич А. А. Передстартовое состояние спортсмена / А. А. Гелесевич. – М. : Физкультура и спорт, 1982. – 270 с.
4. Голубій Є.М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
5. Зотов В. П. Восстановление работоспособности в спор-

- те / В. П. Зотов. – К. : Здоров'я, 1990. – 197 с.
6. Моногаров В. Д. Утомление в спорте / В. Д. Моногаров. – К. : Здоров'я, 1986. – 118 с.
  7. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2000. – С. 207 – 215, 231 – 250.
  8. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 5 – 52.
  9. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 336 – 375.
  10. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполум, 2006. – 159 с.
11. Матеріали лекцій.

### **Лабораторне заняття № 8**

**Тема.** Фізична працездатність та методи тестування.

**Мета.** Ознайомлення з принципами та методами визначення фізичної працездатності (ФП) спортсмена.

#### **Питання для самопідготовки**

1. Поняття про фізичну працездатність (ФП).
2. Принципи та методи визначення ФП.
3. Чинники, що впливають на величину ФП.
4. Показники ФП у спортсменів різної натренованості спортивної спеціалізації.
5. Резерви фізичної працездатності.
6. Аналіз графологічної структури заняття.

### Література

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – 192 с.
2. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
3. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
4. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – К. : Здоров'я, 1990. – 200 с.
5. Романенко В. В. Диагностика двигательных способностей / В. В. Романенко. – Донецк, 2005. – 290 с.
6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Terra-спорт, 2001. – С. 217 – 231.
7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 71 – 77; 152 – 153; 159 – 163; 191 – 193; 212 – 216.
8. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дугала, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина : пер с англ. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
9. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 406 – 409; 412 – 415.

10. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполум, 2006. – 159 с.

11. Матеріали лекції.

### **Коротка теоретична інформація**

Рівень фізичної працездатності (ФП) – один із головних показників стану здоров'я людини й кумулятивного ефекту спортивної натренованості. В науковій літературі наведено багато різних визначень ФП.

Теоретичне розуміння чинників, що визначають ФП – невід'ємна умова правильності оцінювання функціональних можливостей організму.

Термін ФП визначає потенційну здатність людини провняти максимум фізичного зусилля в статичній, динамічній та змішаній роботі. ФП залежить від морфологічного і функціонального стану різних систем та організму в цілому.

ФП – поняття комплексне і залежить від стану здоров'я, антропометричних показників, рівня потужності механізмів аеробного та анаеробного енергозабезпечення, психологічного стану, витривалості м'язів тощо. Оскільки тривалість та інтенсивність роботи м'язів лімітується постачанням до них кисню, загальна ФП переважно визначається кардіо-респіраторною продуктивністю. Визначення рівня ФП широко використовується у спортивній та клінічній фізіології.

Рівень ФП у людини досліджується шляхом застосу-

вання тестів із максимальними та субмаксимальними потужностями фізичних навантажень. Методи тестування детально викладені в спеціальних посібниках (И. В. Аулик, 1990; В. Л. Карпман та інші, 1988; Є. О. Яремко 2006).

Для оцінювання загальної ФП застосовують різні тести. Як стандартні тести використовують велоергометричні навантаження (потужність регулюється величиною опору і темпом обертання педалей); степ-тест (визначається висотою сходинки і темпом сходжень) і біг на тредбані (імітація природного бігу при відповідній швидкості руху і відповідному куті нахилу „доріжки”). Потужність навантаження вимірюється в кгм/хв, ватах (Вт) або у перерахунку на одиницю маси тіла – у Вт/кг. Методики виконання велоергометричних та степергометричних тестів регламентовані рекомендаціями експертів ВООЗ.

Показники ФП можна визначати прямими чи опосередкованими методами. Прямі методи вимірювання ФП ґрунтуються на визначенні максимальної потужності чи максимального обсягу фізичної роботи. Одним із найпростіших прямих методів визначення ЗФП є 12-хвилинний тест Купера. Досліджуваний повинен пробігти якомога більшу відстань за 12 хв. Тест рекомендується застосовувати після двотижневої підготовки. Перед тестом необхідно провести розминання. При неприємних відчуттях тестування слід припинити. Фізична працездатність оцінюється на основі вимірювання подоланої дистанції за спеціальними таблицями (табл. 3).

Таблиця 3

Показники й оцінка результатів 12-хвилинного тесту  
для чоловіків до 30 років

Відстань (км)	Оцінка результатів
<1,5	дуже погано
1,50-1,84	погано
1,85-2,15	задовільно
2,16-2,64	добре
2,65 і далі	відмінно

При використанні прямих методів оцінювання ФП з допомогою ступінчасто-збільшуваного навантаження на велоергометрі визначають максимально можливу потужність та тривалість роботи. Із врахуванням толерантності до ФН комітет експертів ВООЗ рекомендує залежно від віку, статі, стану здоров'я такі навантаження: початкове велоергометричне навантаження для жінок 25 Вт, для чоловіків – 50 Вт, для молодих тренуваних осіб – 100 Вт, для хворих – 10 Вт для кожного ступеня навантаження. Досягнутий останній „ступінь” потужності роботи є показником ФП (Вт).

Опосередковані методи визначення ФП базуються на реакції серцево-судинної системи організму на фізичне навантаження. Найбільш поширені й інформативні методи визначення ФП – Гарвардський степ-тест (розроблений у США) та тест PWC<sub>170</sub>. Тест PWC<sub>170</sub> (від перших букв англійського терміна Physical Working Capacity – фізична працездатність при ЧСС 170 уд./хв) базується на лінійній

залежності між ЧСС і потужністю роботи та відображає оптимальну мобілізацію можливостей серця.

### **Самостійна робота**

**Для роботи необхідні:** секундомір, метроном, лінійка, сходинки або лавка для «степ-тесту», комплект таблиць із теми.

#### **Завдання 1. Визначення $PWC_{170}$ за методом степ-ергометрії.**

Тест базується на дослідженні ЧСС при виконанні двох 5-хвилинних субмаксимальних ФН різної потужності за допомогою степ-тесту. Інтервал між ними становить 3 хв. Під час степ-тесту потужність роботи регулюється зміною темпу виконання навантаження (темп задається метрономом).

Для дослідження використовуються сходинки висотою 40 см (для чоловіків) і 30 см (для жінок). Один цикл рухів містить: а) крок однією ногою на сходинку; б) крок другою ногою з підняття на сходинку; в) крок ногою назад; г) крок другою ногою назад і повернення у вихідне положення.

Для отримання оптимальних значень тесту  $PWC_{170}$  перше навантаження добирають так, щоб ЧСС досягала 100 – 120 уд./хв<sup>-1</sup>. Для здорових осіб темп виконання становить 20 циклів за хв (метроном встановлюємо на 80 уд.). Потужність другого навантаження повинна забезпечити зростання ЧСС до 140–170 уд./хв<sup>-1</sup> середній темп

- 30 циклів на хв (метроном 120 уд.). ЧСС не повинна перевищувати 170 уд./хв<sup>-1</sup>. Підраховують ЧСС упродовж 10 с одразу після припинення тестів. Реєструють ЧСС після першого (П<sub>1</sub>) і другого (П<sub>2</sub>) навантаження.

Для розрахунку потужності роботи під час першого та другого навантаження (W<sub>1</sub> і W<sub>2</sub>) використовують формулу:

$$W=1,33 \times P \times h \times K$$

де 1,33 – коефіцієнт;

P – маса тіла (кг);

h – висота сходинки (м);

K – кількість підіймань за 1 хв;

W – потужність навантаження (кгм/хв).

Розрахунок PWC<sub>170</sub> виконується за формулою В. Л. Карпмана:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \times \frac{170 - \Pi_1}{\Pi_2 - \Pi_1}$$

де W<sub>1</sub> і W<sub>2</sub> – потужність першого і другого навантаження;

Π<sub>1</sub> і Π<sub>2</sub> – ЧСС після 1-го і 2-го навантаження.

Отримані показники записують у таблицю.

Досліджуваний (П.І.П.) \_\_\_\_\_

Спеціалізація \_\_\_\_\_

Вік \_\_\_\_\_

№ навантажень	Темп підіймань (хв <sup>-1</sup> )	W (кгм/хв)	ЧСС (уд./хв <sup>-1</sup> )
1			
2			
PWC <sub>170</sub>			



Порівняти отримані значення з нормативними для цього виду спорту, статі й віку.

Існують модифікації тесту  $PWC_{170}$  для різних вікових груп. У дітей та осіб старших вікових груп  $PWC_{170}$  оцінюється при менших величинах ЧСС.

За даними В. Л. Карпмана, у нетренованих чоловіків  $PWC_{170}$  коливається в межах 800 – 1100 кгм/хв (140–188 Вт). У спортсменів, що займаються циклічними видами спорту, показник становить 1100 – 1900 кгм/хв (250–330 Вт). У жінок величина  $PWC_{170}$  – близько 60 відсотків від показника чоловіків.

**Завдання 2. Дослідження фізичної працездатності за показниками Гарвардського степ-тесту.**

Цей тест поширений у США і розрахований на оцінювання ФП у здорових молодих людей. Він використовується як високоінформативний показник витривалості та рівня натренованості спортсмена.

Гарвардський степ-тест полягає у виконанні циклічних підіймань на сходинку висотою 35–50 см упродовж 5 хв у темпі 30 сходжень за 1 хв (120 уд. метронома). Після закінчення тесту в досліджуваного, який сидить, протягом 30 с на 2-й, 3-й і 4-й хвилини відновлення підраховується ЧСС (табл. 4).

Таблиця 4

Висота сходинок та тривалість Гарвардського степ-тесту для різних категорій населення

Групи досліджуваних	Висота сходинок (см)	Час підймань (хв)
чоловіки (старші ніж 18 р.)	50	5
жінки (старші ніж 18 р.)	50	5
юнаки і підлітки (12–18 р.)	45	4
дівчата (12–18 р.)	40	4
хлопчики та дівчатка (8–11 р.)	35	3
хлопчики та дівчатка (до 8 р.)	35	2

На основі отриманих значень пульсу вираховують індекс Гарвардського степ-тесту (ІГСТ).

$$\text{ІГСТ} = \frac{t \times 100}{(П_1 + П_2 + П_3) \times 2}$$

де  $t$  – час виконання тесту (с);

$П_1$  – ЧСС за 30 с на 2-й хв відновлення (60–90 с);

$П_2$  – ЧСС за 30 с на 3-й хв відновлення (120–150 с);

$П_3$  – ЧСС за 30 с на 4-й хв відновлення (180–210 с).

Якщо через втому досліджуваний відстає від заданого темпу метронома впродовж 20 с, то дослідження закінчується і фіксується його тривалість. Отриманий результат вводять у скорочену формулу розрахунку:

$$\text{ІГСТ} = \frac{t \times 100}{\text{П}_2 \times 5,5}$$

де  $\text{П}_2$  – ЧСС протягом 30 с 2-ї хвилини відновлення.

Величина ІГСТ характеризує швидкість відновлення пульсу у відсотках після виконання фізичних навантажень порівняно з вихідним рівнем. На основі отриманого ІГСТ оцінюється фізична працездатність (табл. 5).

Таблиця 5

Оцінювання фізичної працездатності за показниками Гарвардського степ-тесту

ІГСТ	Рівень ФП
менше ніж 55	низький
55–64	нижчий за середній
65–79	середній
80–89	добрий
90 і більше	відмінний

У спортсменів показники ІГСТ вищі, ніж у нетренованих осіб. Особливо високі показники ІГСТ спостерігаються у представників циклічних видів спорту, у яких найбільша увага приділяється розвиткові витривалості.

**Завдання 3. Проба Руф'є як показник функціонального стану серцево-судинної системи.**

Для оцінювання адаптаційних можливостей кардіогемодинаміки використовують різні функціональні проби

(ортостатична та клиностатична проби, проба Летунова, проба Керге, проба Руф'є та інші). Певну інформативність про резервні можливості та рівень працездатності серцево-судинної системи дає проста проба Руф'є.

Проба полягає у виконанні 30 присідань за 45 с із підрахунком пульсу за 15 - секундні відрізки: до навантаження ( $P_0$ ), у перші ( $P_1$ ) і останні ( $P_2$ ) 15 с першої хвилини відновлення.

$$\text{Індекс Руф'є} = 0,04 (P_0 + P_1 + P_2) - 2$$

Визначення адаптивних можливостей серця проводять оцінюючи отримані результати з показниками таблиці 6.

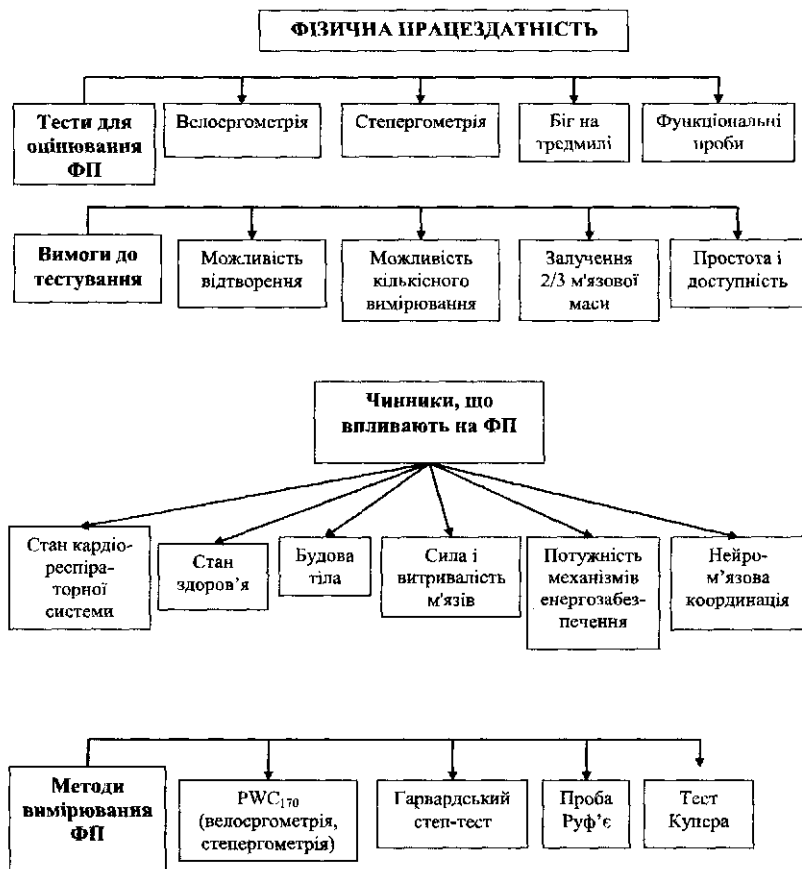
Таблиця 6

Оцінка значень індексу Руф'є

Значення індексу	Оцінка
$\leq 0$	атлетичне серце
0,1–5,0	відмінно
5,1–10,0	добре
10,1–15,0	задовільно
15,1–20,0	серцева недостатність

Оцінювання індексу Руф'є зворотно-пропорційна до рівня натренованості серцево-судинної системи. Проба може використовуватись при розподілі учнів на групи для занять на уроках фізичної культури.

## Графологічна структура заняття



### **Контроль кінцевого рівня знань**

1. Які чинники визначають рівень ФП?
2. Які Ви знаєте методи визначення ФП?
3. У представників яких видів спорту найвищі показники ФП?

### **Лабораторне заняття №9**

**Тема. Аеробні та анаеробні можливості організму. Методи визначення.**

**Мета.** Ознайомитися з основними методами визначення аеробних та анаеробних можливостей організму.

### **Питання для самопідготовки**

1. Максимальне споживання кисню (МСК) та чинники, що визначають та лімітують рівень МСК.
2. Прямі та непрямі методи визначення МСК.
3. Залежність показників МСК від віку, статі, рівня фізичної підготовленості та виду спорту.
4. Анаеробні можливості організму та методи визначення.
5. Вимоги до тестових навантажень, які використовуються для визначення анаеробної працездатності.
6. Аналіз графологічної структури заняття.

### **Література**

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 267 – 279.

2. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
4. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – С. 21 – 102.
5. Романенко В. В. Диагностика двигательных способностей / В. В. Романенко. – Донецк, 2005. – 290 с.
6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Terra-спорт, 2001. – С. 223 – 226.
7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 70 – 98.
8. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дугала, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина : пер с англ. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
9. Яремко Є. О. Фізіологічні проблеми діагностики рівня соматичного здоров'я:[наук.-метод. вид.] / Яремко Є. О., Вовканич Л. С. – Л. : Споллом, 2009. – 76 с.
10. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Споллом, 2006. – 159 с.
11. Матеріали лекції.

### **Коротка теоретична інформація**

**І. Аеробні можливості організму** є важливим показником, який визначає загальну фізичну працездатність

(ФП). Максимальна потужність аеробних систем оцінюється величиною максимального споживання кисню (МСК) в  $\text{л}\cdot\text{хв}^{-1}$  або  $\text{мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ . МСК є основним показником продуктивності кардіо-респіраторної системи (КРС) та інтегральним показником стану транспортної системи кисню в цілому. У спеціальній літературі МСК визначають також як  $\text{VO}_2 \text{ max}$ . Величина МСК залежить від киснево-транспортної системи (легеневої вентиляції, крові, серцево-судинної системи і системи утилізації кисню).

МСК – це найбільша кількість  $\text{O}_2$ , яку організм здатний спожити впродовж 1 хв при максимальному (або виснажливому) навантаженні. Подальше збільшення ФН після досягнення рівня МСК приводить до мобілізації (плато) показників споживання  $\text{O}_2$ . Тривалість такого навантаження обмежена.

Рівень МСК значно підвищується внаслідок тренування на витривалість. Можливий діапазон збільшення МСК від 4 % до 20 % і більше. Для досягнення максимально можливого МСК необхідно 8 – 12 місяців інтенсивних тренувальних навантажень. Таке підвищення МСК обумовлено змінами в КРС та механізмах утилізації  $\text{O}_2$  в тканинах.

Рівень МСК переважно визначається генетичними чинниками. Величина МСК залежить від статі, віку, фізичної підготовленості спортсмена й коливається в широких межах відповідно до натренованості та спортивної спеціалізації. Найбільші величини МСК у спортсменів, які спеціалізуються в циклічних видах спорту на витривалість.



Навіть у здорових, фізично розвинутих нетренованих людей резерв споживання  $O_2$  при максимальних навантаженнях перевищує в 10–12 разів рівень споживання  $O_2$  в стані спокою. У спортсменів, які тренуються на витривалість, резерв збільшується у 20–30 разів. Така висока аеробна продуктивність тісно пов'язана з функціональними можливостями КРС в цілому, особливо морфо-функціональним розвитком серця, від чого залежить і об'єм серцевого викиду.

У нетренованих чоловіків МСК не перевищує  $2,5 - 3,1 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  або  $42 - 44 \text{ мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$  (у жінок на 17–25 % нижче). У спортсменів МСК –  $3 - 5,5 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  та у спортсменів екстракласу може досягати  $6,5 \text{ л}\cdot\text{хв}^{-1}$  ( $80 - 90 \text{ мл}\cdot\text{хв}^{-1}\cdot\text{кг}^{-1}$ ). Значення МСК подані в табл. 7.

Таблиця 7

Максимальні значення МСК у спортсменів і нетренованих (за даними Вілмора Дж. Х., Костілла Д. Л., 2003)

Вид спорту	МСК			
	Чоловіки		Жінки	
	л/хв	мл/хв/кг	л/хв	мл/хв/кг
Біг на довгі дистанції	5,67	71–90	3,1	50–75
Велосипедний (шосе)	5,13	62–74	3,13	47–57
Ковзанярський	5,01	66–78	3,1	44–55
Веслування академічне	5,84	60–72	4,1	58–65
Плавання	4,52	50–70	2,54	40–60

продовження таблиці

Вид спорту	МСК			
	Чоловіки		Жінки	
	л/хв	мл/хв/кг	л/хв	мл/хв/кг
Гірськолижний	4,62	57–68	3,1	50–55
Боротьба	4,49	52–65	2,54	50
Хоккей з шайбою	4,63	50–63	-	-
Футбол	4,41	42–60	-	-
Баскетбол	4,44	40–60	2,92	43–60
Гімнастика	3,84	52–58	2,92	36–50
Важка атлетика	3,84	38–52	-	-
Інтенсивні	3,14	43–52	2,18	33–42

Окрім МСК, важливим показником аеробних можливостей є рівень порогу анаеробного обміну (ПАНО), який відображає ефективність аеробного процесу. ПАНО відповідає такій інтенсивності ФН, при якій кисню вже бракує для повного енергозабезпечення і різко посилюються процеси анаеробного метаболізму. При виконанні ФН на рівні ПАНО концентрація молочної кислоти у крові зростає до 4,0 мМ, що є біохімічним критерієм ПАНО. Із збільшенням аеробних можливостей рівень ПАНО може досягти 75–80% МСК, в результаті чого значно зростає потужність ФН при тій же концентрації лактату в крові (до 4 мМ).

Величину ПАНО можна визначати у Вт, одиницях споживання кисню  $\dot{V}O_2$  (мл/хв) та у відсотках від МСК. У

сучасній літературі наведені різні теоретичні уявлення про ПАНО та фізіолого-біохімічні підходи до його визначення. Виділяють термін „лактатний поріг” (ЛП) та „вентиляційний поріг” (ВП).

При класифікації тренувальних навантажень аеробної спрямованості для індивідуалізації їхнього тренувального ефекту необхідно враховувати критичні точки потужності ( $W_{\text{крит.}}$ ) таких навантажень (В.С. Міщенко, 1994). У першу чергу беруть до уваги точку ПАНО, яка визначається потужністю навантаження на рівні лактатного порогу (4 мМ).

За даними С.А. Душаніна, в нормі у дорослої людини величина ПАНО становить близько 50 % від МСК, а ЧСС<sub>ПАНО</sub> – до 150 уд./хв. У спортсменів межа ПАНО вища – відповідно понад 60 % МСК та ЧСС – понад 160 уд./хв.

Отже, чим вища величина ПАНО, тим триваліший час людина може працювати в аеробних умовах енергозабезпечення і виконувати фізичну роботу на оптимальному рівні.

Інформація про рівень ПАНО має істотне значення для вирішення діагностичних і прогностичних завдань у спортивній фізіології, спортивній медицині і реабілітації.

Для визначення МСК застосовують **прямі та непрямі методи**. Для **прямого визначення МСК** використовують граничні ФН ступінчасто збільшеної потужності, які забезпечують максимальну мобілізацію киснево-транспортної системи. Під час тесту проводяться вимірю-

вання легеневої вентиляції, а видихуване повітря досліджується за допомогою газоаналізатора. Сучасні автоматичні газоаналізатори („Spirolit” та ін.) різних конструкцій дозволяють безперервно реєструвати концентрації  $O_2$  і  $CO_2$  у видихуваному повітрі, легеневу вентиляцію, дихальний коефіцієнт та інші показники.

При максимальних тестах інтенсивність навантаження зростає до такого рівня, коли подальше зростання потужності не супроводжується значним підвищенням споживання  $O_2$  (більше ніж на 100 мл/хв). Ця величина відповідає МСК. Відносним показником граничного фізичного напруження є максимально допустима величина ЧСС (200–220 уд./хв у тренованих молодих осіб). За даними В.Л. Карпмана (1998), надійність цього методу не перевищує 50 %. Досягнення максимального рівня використання кисню є дуже важкою процедурою, доступною лише для добре тренованих спортсменів. Водночас застосування таких фізичних навантажень для діагностики забезпечує максимальну інтенсифікацію фізіологічних систем організму, що дозволяє уявити діапазон резервних можливостей організму та виявити приховані прояви недостатності функцій, особливо КРС.

Таким чином, прямий метод визначення МСК дуже складний, вимагає максимального напруження при виконанні ФН граничної потужності та спеціального дорогого обладнання. Цей метод не може бути рекомендований для широкого застосування і є небезпечний для осіб із латент-

ними формами серцево-судинних захворювань.

Більше поширення отримали **непрямі методи** визначення МСК, які засновані на залежності МСК від величини ЧСС при роботі субмаксимальної потужності. Ця залежність виражається графічно на відповідних номограмах, а також формулами, пов'язаними з величинами  $PWC_{170}$ . Існує висока кореляція між МСК і  $PWC_{170}$  ( $r = 0,7 - 0,9$ ), хоча цей зв'язок не має чіткого лінійного характеру. Непрямі методи визначення МСК широко використовуються у практиці спорту для фізіологічного аналізу тренувального процесу.

Використовуючи показник ЧСС, слід пам'ятати, що лінійність взаємозв'язку між ЧСС та потужністю ФН втрачається в анаеробній зоні (понад 180 уд./хв), показник досягає максимального рівня при навантаженні, яке збігається за інтенсивністю з МСК. Також недостатньою є надійність використання ЧСС у стані спокою як показника аеробної потужності. Як правило, у стані спокою низькі значення ЧСС опосередковано вказують на великий систолічний об'єм (СО), який асоціюється із значними резервами збільшення хвилинного об'єму крові (ХОК) та високими аеробними можливостями. Проте, незважаючи на наявність великої кількості досліджень автономної регуляції серця та щільності розташування рецепторів у серці, на сьогодні немає єдиної думки щодо механізмів, які обумовлюють зниження ЧСС у стані спокою під впливом тренування. Окрім того, все ще недостатньо даних для кількі-

сного визначення очікуваного ЧСС при визначенні МСК.

Різні автори використовували впродовж багатьох років кількісні показники змін ЧСС під впливом ФН для розробки методів тестування аеробних можливостей, зокрема непрямого визначення МСК, в наукових та прикладних дослідженнях у галузі фізіології спорту та рухової активності. До таких методів належить визначення МСК за допомогою **номограми Астранда-Ріммінга**, за формулою **фон Добельна**, на основі показників  $PWC_{170}$  та ін. Відомі також спроби визначити МСК на основі результатів 12-хвилинного **тесту Купера**, часу бігу на 3000 м тощо. В останні роки досягнуто значних успіхів в царині фізіологічних, біохімічних, біомеханічних та молекулярних досліджень, які формують основи для глибшого розуміння ролі систем транспорту кисню та його використання в забезпеченні високого рівня ФП.

**II. Анаеробні можливості** спортсмена визначаються в його здатності виконувати роботу в анаеробних умовах за рахунок енергії АТФ, КФ і гліколізу.

Система АТФ-КФ є системою високої потужності й низької ємності, яка поповнює АТФ тільки впродовж перших секунд дуже інтенсивного навантаження. Цей **алактатний (креатинфосфатний) механізм** ресинтезу АТФ забезпечує у натренованих осіб короткочасну (до 10 с) роботу максимальної потужності, у спринтерів високого класу – до 15–20 с. Такий механізм є енергетичною базою розвитку швидкісних якостей.

**Лактатний механізм регенерації АТФ** (за рахунок розщеплення глікогену до молочної кислоти) уводиться під час субмаксимальних навантажень тривалістю від 10–20 с до 2 хвилин.

Алактатний і лактатний шляхи ресинтезу АТФ здійснюються без використання кисню і тому визначаються як **анаеробна енергопродуктивність**.

Показниками анаеробних можливостей є **максимальна анаеробна потужність** та **ємність**. Потужність визначається максимальною інтенсивністю короткочасної роботи, ємність – максимальною концентрацією молочної кислоти та високим рівнем кисневого боргу (КБ) при виконанні субмаксимальних навантажень (рис. 5).

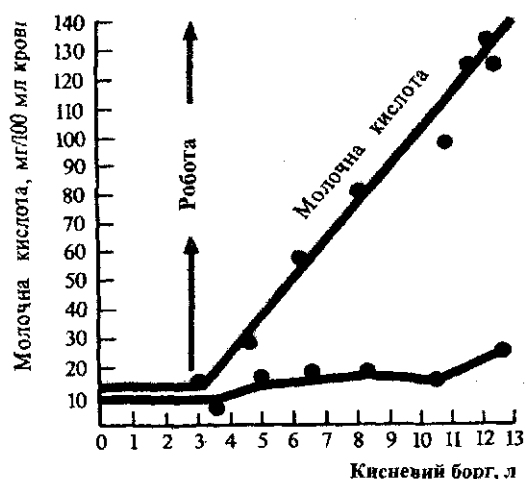


Рис. 5. Вміст молочної кислоти в крові і кисневий борг при роботі збільшуваної потужності (за даними А. Коробкова, С. Чеснокової, 1986)

У стані спокою концентрація лактату в крові – 0,33-1,0 ммоль/л, після інтенсивних ФН досягає 15–21 ммоль/л. У осіб, які не займаються спортом, максимальна величина кисневого боргу не перевищує 4–10 л. У спортсменів високої кваліфікації КБ досягає 20–25 л залежно від спортивної спеціалізації.

### **Самостійна робота**

Для роботи необхідні: секундомір, метроном, велоергометр, лінійка, сходи (або лавка) для „степ-тесту”, номограми, комплект таблиць із теми.

### **Непрямі методи визначення МСК**

**Завдання 1. Визначення МСК розрахунковим шляхом.**

А) Враховуючи те, що  $PWC_{170}$  характеризується тісною кореляцією з показниками  $VO_2$ , розрахунок МСК можна здійснити за допомогою формул, які запропонував В.Л. Карпман.

$MCK = 1,7 \cdot PWC_{170} + 1240$  – для спортсменів швидкісно-силових видів спорту.

$MCK = 2,2 \cdot PWC_{170} + 1070$  – для спортсменів циклічних видів спорту.

МСК можна також визначити за спеціальними таблицями на основі співвідношення між  $PWC_{170}$  і МСК (табл. 8).



Таблиця 8

Співвідношення між  $PWC_{170}$  і МСК

$PWC_{170}$ (Вт)	МСК (л/хв)	$PWC_{170}$ (Вт)	МСК (л/хв)
83	2,62	250	4,37
100	2,66	267	4,62
117	2,72	283	4,83
133	2,82	300	5,16
150	2,97	317	5,19
167	3,15	333	5,32
183	3,38	350	5,43
200	3,60	367	5,57
217	3,88	383	5,66
233	4,13	400	5,72

**Б) Розрахунок МСК за формулою фон Добельна.**

Виконується одноразове 5-хвилинне ФН субмаксимальної потужності (W) з використанням степергометрії (висота сходинки 40 см). Розрахунок здійснюється на основі ЧСС, зареєстрованої наприкінці ФН.

$$МСК = 1,29 \cdot \sqrt{\frac{W}{ЧП - 60}} \cdot e^{-0,00884 \cdot T}$$

де W – потужність навантаження (Вт);

ЧП – ЧСС наприкінці 5-хвилинного тесту (уд./хв);

T – вік досліджуваного;

e – основа натурального логарифму.

Нижче наведені результати множення основи логарифму на вік, що спрощує розрахунок МСК.

Вік (роки)	$e^{-0,00884 \cdot T}$
18	0,853
19	0,845
20	0,838
21	0,831
22	0,823
23	0,816
24	0,809
25	0,802

Потужність роботи (W) розраховується за формулою:

$$W=p \times h \times n \times 1,3$$

де 1,3 – коефіцієнт, який враховує роботу піднімання на сходинку;

P – маса тіла в кг;

h – висота сходинки в м;

K – кількість сходжень за 1 хв;

W – потужність навантаження у Вт.

### **Завдання 2. Визначення МСК непрямим методом за номограмою Астранда-Ріммінга.**

МСК визначається за номограмою (рис.6) шляхом екстраполяції залежності „навантаження – ЧСС”. З’єднуючи лінією рівень ЧСС безпосередньо після фізичного навантаження (ліва шкала) та потужність виконаної роботи в кгм/хв (права шкала), в точці перетину з центральною шкалою знаходять величину МСК.

Для визначення потужності роботи (W, кгм/хв) під час степ-тесту використовують вже наведену формулу:

$$W=p \times h \times n \times 1,3$$

Приклад розрахунку: у досліджуваного при потужності роботи ( $W = 1200 \text{ кгм}\cdot\text{хв}^{-1}$ ) наприкінці 5 хвилинного тесту ЧСС досягає рівня 166 уд./хв. У точці перетину цієї лінії з центральною шкалою величина МСК дорівнює 3,6 л/хв.

При визначенні значень МСК враховують поправковий коефіцієнт (табл. 9).

Таблиця 9  
Вікові поправкові коефіцієнти для визначення МСК  
(P.O. Astrand, J.J. Ryhming, 1960)

Вік (роки)	Поправковий коефіцієнт
15	1,1
25	1,0
35	0,87
40	0,83
45	0,78
50	0,75
55	0,71
60	0,68
65	0,65

Отримані значення МСК записують у таблицю.

Прізвище, ініціали \_\_\_\_\_  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
Розряд \_\_\_\_\_

Метод визначення	Вихідні дані			МСК, л/хв
	PWC <sub>170</sub> , кгм/хв	ЧСС, уд./хв	W, кгм/хв	
Карпмана (за PWC <sub>170</sub> )				
фон Добельна				
Астранда-Риммінга				

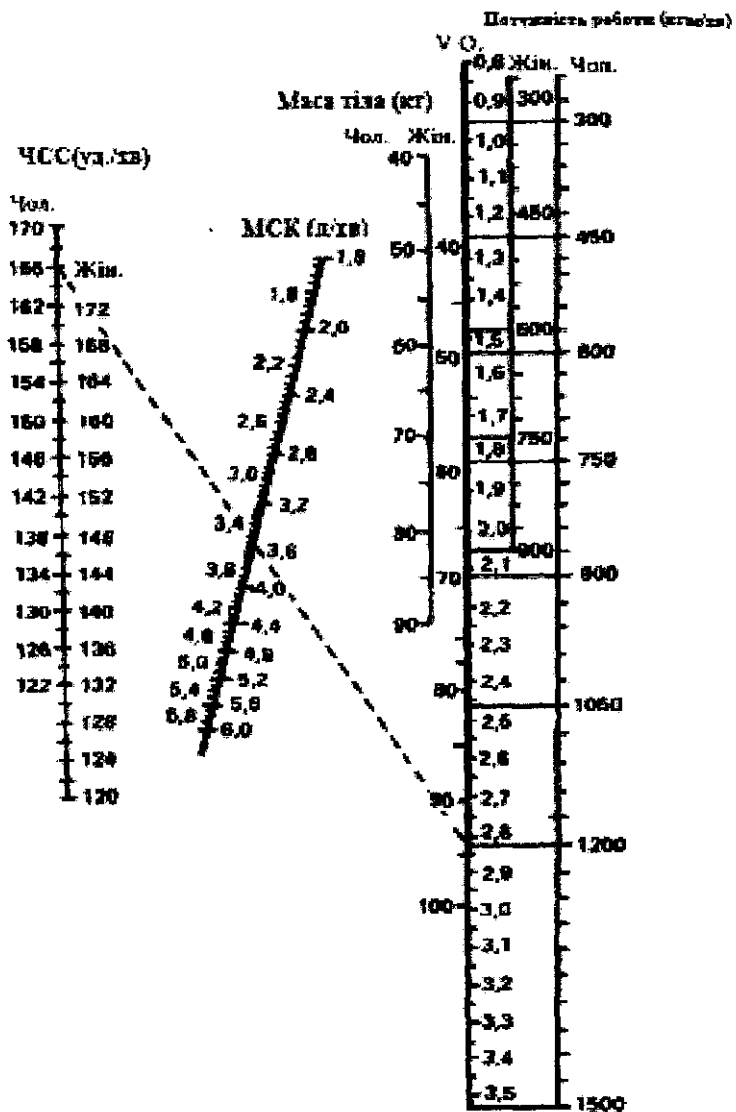


Рис. 6. Номограма Астранда для непрямого визначення МСК за частотою скорочень серця, досягнутою під час стандартного навантаження при виконанні степ-тесту

Метод Астранда-Риммінга в практиці масових досліджень найпоширеніший серед всіх непрямих методів визначення МСК. Метод дозволяє визначити МСК на основі ЧСС, зареєстрованої в умовах одного субмаксимального навантаження. Потужність ФН повинна забезпечувати підвищення ЧСС в діапазоні 120–170 уд./хв.

Розрахунок МСК непрямим методом має невелику похибку, якою можна знехтувати. Точність методу коливається в межах 6,0 %. У цілому метод є доступним і достатньо інформативним для оцінювання можливостей систем аеробного енергозабезпечення та фізичного здоров'я людини.

### **Завдання 3. Визначення МСК за тестом Купера.**

Одним із поширених методів непрямого визначення МСК є розрахунок на основі **тесту Купера – 12-хвилинного бігового тесту**, за який необхідно подолати максимальну дистанцію. Результати 12-хвилинного тесту тісно корелюють із МСК ( $r = 0,897$ ). Співвідношення між довжиною дистанції та МСК подані в табл. 10.

Запропонований 12-хвилинний тест супроводжується досить інтенсивним ФН, тому рекомендується його застосовувати тільки для фізично підготовлених осіб. Його можна використовувати лише після 6–8 тижневого фізичного тренування.

Таблиця 10

Співвідношення між довжиною дистанції у  
тесті Купера та МСК

Дистанції (км) за 12-хвилинним тестом	МСК мл·хв <sup>-1</sup> ·кг <sup>-1</sup>
<1,6	<25,0
1,6 – 2,0	25,0–33,7
2,01–2,4	33,8–42,5
2,41–2,8	42,6–51,5
>2,8	> 51,6

Існують також інші моделі, які дозволяють розрахувати МСК за результатами бігуна на дистанції від 600 до 3000 м (В.А. Романенко, 2005). Такі методи розрахунку МСК прості, зручні, але менш точні й суб'єктивні, тому що результати бігу залежать від мотивації та вольових якостей людини.

#### **Завдання 4. Визначення анаеробних можливостей організму.**

##### **А) Оцінювання максимальної анаеробної потужності (МАП) за тестом Маргарія.**

МАП людини може підтримуватися лише декілька секунд і виконується лише за рахунок енергії АТФ-КФ. Запаси цих сполук та швидкість їх утилізації визначає рівень МАП. Результати короткого спринту та стрибків залежать від рівня МАП.

Для оцінювання максимальної анаеробної потужності використовують ергометричний тест (Маргарія, 1976), в якому основним показником є зовнішня механічна робота.

Суть цього тесту полягає у максимально швидкому вибіганні угору сходами. За допомогою секундоміра вимірюється час бігу на обраному відрізку сходов (перемикальний пристрій на основі фотоелементів з'єднаний із таймером із точністю до 0,01 с).

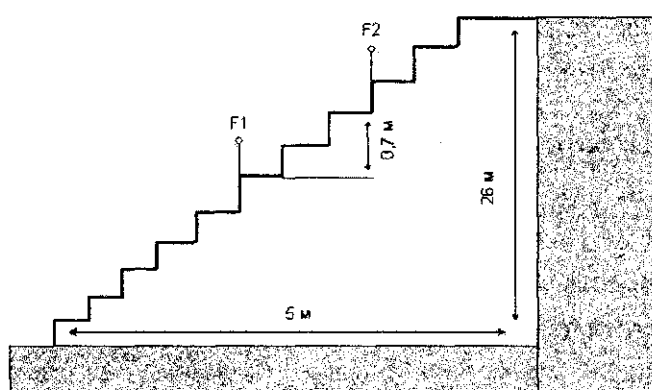


Рис. 7. Сходинка для вимірювання максимальної анаеробної потужності.

Максимальну анаеробну потужність (МАП) розраховують за формулою:

$$\text{МАП} = 9,81 \times (P \times h) / t,$$

де МАП – анаеробна потужність (кгм/с);

9,81 – нормальне прискорення тяжіння ( $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$ );

P – маса тіла (кг);

h – висота підйому (м);

t – час вибігання (с).

Виконайте розрахунок потужності роботи за таких умов: маса тіла – 70 кг; час вибігання – 0,5 с; висота підйому – 0,7 м. Дані, отримані за допомогою тесту Маргарія, наведені в таблиці 11.

Таблиця 11

„Нормативні” показники МАП за тестом Маргарія у чоловіків і жінок різного віку (Коц Я.М., 1986)

Оцінювання результату, рівень	Потужність, (кгм/с)			
	Чоловіки		Жінки	
	15–20 р.	20–30 р.	15–20 р.	20–30 р.
низький	< 113	< 106	< 92	< 85
нижчий за середній	113–149	106–139	92–151	85–111
середній	150–187	140–175	152–182	112–140
вищий за середній	188–224	176–210	152–182	141–158
високий	> 224	> 210	> 182	> 158

**Б) Оцінювання проміжної анаеробної потужності за 30-секундним тестом Уінгейта.**

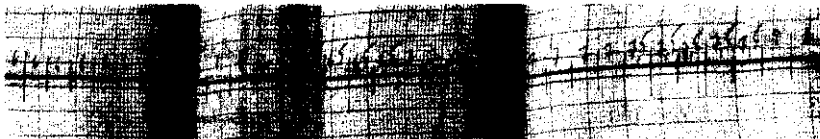
Проміжні анаеробні тести переважно тривають 20–50 с і розраховані на оцінювання **лактатної анаеробної потужності**. Максимальний внесок гліколізу відбувається між 20 і 35 секундами максимального навантаження.

30-секундний тест **Уінгейта** широко впроваджується для оцінювання лактатної анаеробної потужності (ЛАП). Тест виконується на зміненому велоергометрі Monark. Фотослемент реєструє кожну третину повертання маховика



і ретранслює частки на мікропроцесор. Електрична система синхронізації контролює вхід у мікропроцесор і вираховує виконану роботу за кожні 5 с.

Основному тестові Уінгейта передуює розминання (2 Вт/кг, 60 об./хв, 5 хв). Після цього на початку тесту спортсмен обертає педалі з швидкістю 80 об./хв, а дослідник упродовж 2-3 с виводить навантаження на рівень 4,5 Вт/кг для чоловіків та 3,7 Вт/кг для жінок. Після досягнення заданого навантаження подається команда „старт” і досліджуваний обертає педалі з максимальною швидкістю протягом 30 секунд.



Зразок запису одинарного оберту педалей під час виконання 30-секундного тесту Уінгейта (довжина відрізків вказана у мм (10 мм = 1 с))

За результатами тесту визначають загальний обсяг виконаної роботи ( $A$ ), середню ( $W_{\text{сер.}}$ ) та пікову ( $W_{\text{макс.}}$ ) потужність за кожні 5 с роботи, а також індекс втоми ( $IV$ ). Розрахунок лактатної потужності роботи проводять за формулою:

$$W=9,81 \times (R \times h) / t,$$

де  $W$  – потужність (Вт);

9,81 – нормальне прискорення тяжіння ( $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$ );

$R$  – опір обертанню педалей (кг);  
 $h$  – дистанція одного оберту педалей (м);  
 $t$  – час одного оберту (с).

Виконайте розрахунок за умов:

$$R = 2 \text{ кг}; h = 10 \text{ м}; T_{\text{макс}} = 0,8 \text{ с}$$

Отримані результати порівнюють із табличними значеннями (за даними Д. Мак-Дугалла та ін., 1998).

Таблиця 12

Відібрані літературні дані для 30-секундного тесту Уінгейта

Обстежувані	Загальний вихід роботи, Дж·кг <sup>-1</sup>	Пікова потужність, Вт·кг <sup>-1</sup>	Індекс втрати, %
1. Хлопці 10–15 років (56)	231	9,9	-
2. Здорові нетреновані чоловіки (35)	223	9,3	40
3. Здорові нетреновані молоді жінки (31)	145	5,8	30
4. Ковзанярі-спринтери (4)	372	16,2	-
5. Біатлоністи (15)	245	10,2	32
6. Триборці (11)	264	11,2	26
7. Плавці (9)	270	11,2	-
8. Веслувальники (10)	315	11,8	-
9. Гімнасти (10)	273	12,3	47
10. Борці (10)	282	12,0	43
11. Важкоатлети (20)	261	10,4	-

продовження таблиці

Обстежувані	Загальний вихід роботи, Дж·кг <sup>-1</sup>	Пікова потужність, Вт·кг <sup>-1</sup>	Індекс втоми, %
12. Спрингтери (9)	282	10,0	-
13. Бігуни на середні дистанції (8)	249	10,0	-
14. Бігуни на довгі дистанції (10)	279	11,4	32

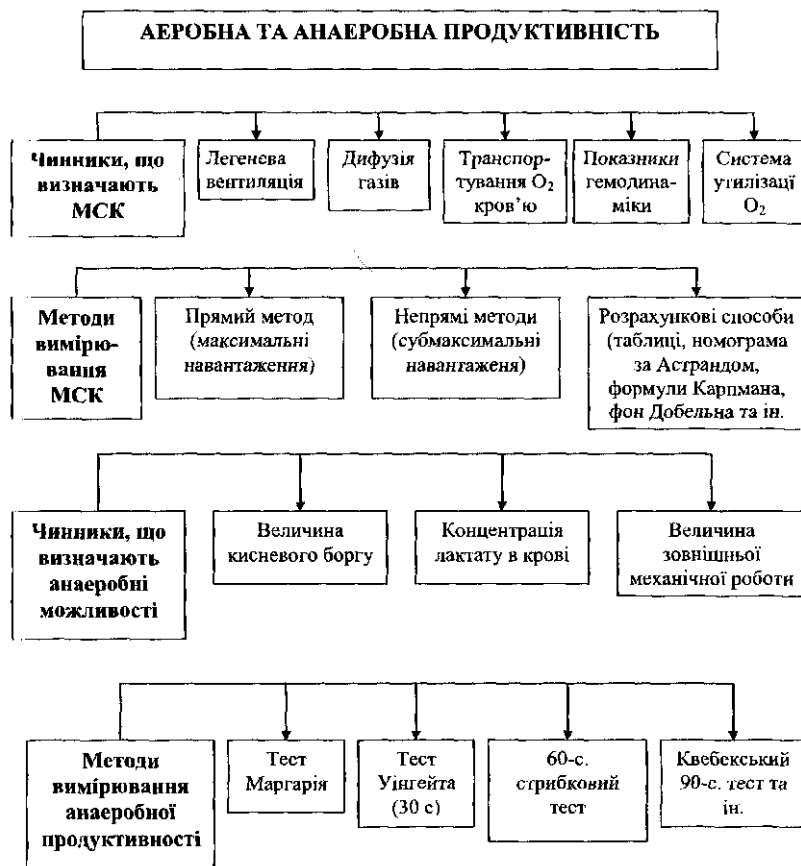
Примітка. У дужках – кількість досліджуваних.

30-секундний тест Уінгейта є надійним засобом, особливо для дослідження показників середньої та пікової потужності. Коефіцієнт надійності в ситуації теста-ретеста коливається в межах 0,9-0,98.

До проміжних анаеробних тестів належать також 60-секундний стрибковий тест (Bosko et al., 1983) та Квебекський 90-секундний тест (Simoneau et al., 1983). Всі вказані тести розраховані на оцінювання лактатної анаеробної потужності.

Оцінювання показників тестування максимальної анаеробної потужності та ємності спортсмена високої кваліфікації і їх використання для формування програми тренування – дуже складна проблема, що вимагає додаткових досліджень (величини кисневого боргу та інших фізіологічних і метаболічних показників крові та м'язів) під час роботи та в період відновлення.

## Графологічна структура заняття



### **Контроль кінцевого рівня знань**

1. Величина МСК у тренуваних і нетренуваних людей.
2. У представників яких видів спорту найвищі показники МСК?
3. Які Ви знаєте методи визначення МСК?
4. Які чинники визначають і лімітують МСК?
5. Які Ви знаєте методи визначення анаеробних можливостей організму?

### **Лабораторне заняття № 10**

**Тема. Натренованість та її фізіологічні показники.**

**Мета.** Знайомство з методами оцінювання рівня натренованості за функціональними показниками нервово-м'язової та кардіо-респіраторної систем.

#### **Питання для самопідготовки.**

1. Фізіологічні основи натренованості.
2. Натренованість як стан високої спортивної працездатності.
3. Фізіологічні критерії натренованості.
4. Рівень натренованості спортсмена за показниками кардіо-респіраторної та нервово-м'язової систем:
  - 4.1. У стані спокою.
  - 4.2. При стандартних навантаженнях.
  - 4.3. При граничних навантаженнях.
5. Перетренованість.

### Література

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – 192 с.
2. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – К. : Здоров'я, 1990. – 200 с.
3. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 290 – 298, 292 – 300.
4. Платонов В. Н. Теория и методика спортивной тренировки / В. Н. Платонов. – К. : Вища школа, 1984. – 350 с.
5. Романенко В. В. Диагностика двигательных способностей / В. В. Романенко. – Донецк, 2005. – 290 с.
6. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 98 – 104, 218 – 229.
7. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполум, 2006. – 159 с.
8. Матеріали лекцій.

### Коротка теоретична інформація

**Натренованість** – це стан високої працездатності, який досягається в результаті спортивного тренування. Розрізняють загальну натренованість та спеціальну в обраному виді спорту.

Фізіологічна сутність розвитку натренованості полягає у морфологічних, біохімічних та фізіологічних змінах в ор-

ганізмі, що виникають під впливом систематичної повторної роботи з поступовим збільшенням її обсягу. Всі ці зміни специфічні і залежать від особливостей фізичних навантажень. Підвищення фізичної підготовленості обумовлене удосконаленням рухових навичок та розвитком рухових (фізичних) якостей. Термін „натренованість” перестав бути суто фізіологічним – у сучасному спорті поширениший термін „**фізична підготовленість**”. Фізична підготовленість спортсмена стимулює адаптацію організму до конкретного виду навантаження. Одні види спорту безпосередньо впливають на рівень фізичного розвитку, інші розширюють можливості кардіо-респіраторної системи або розвивають психологічні якості. Натренованість характеризується досконалою координацією фізіолого-біохімічних процесів, стійкістю до несприятливих чинників середовища, стабілізованими руховими навичками, високою технічною майстерністю.

Найвищий для спортсмена рівень натренованості не може підтримуватися постійно. В процесі тренування підвищується резистентність клітин та органів до змін внутрішнього і зовнішнього середовища. Завдяки цьому, натренований організм може продовжувати роботу при значному кисневому боргові, зміні рН в крові, зменшенні концентрації глюкози в крові тощо.

М'язова діяльність упродовж тривалого часу залишає „сліди” в різних системах організму, що сприяє більш вираженій адаптивній перебудові, яка забезпечує підви-

цення працездатності.

Особливості морфо-функціонального стану різних систем організму, що виникають при спортивному тренуванні, називаються фізіологічними показниками натренованості і залежать від спортивної спеціалізації.

Систематичні тренування супроводжуються біохімічними, функціональними і морфологічними змінами в системах організму. Різні види спорту з огляду на свої специфічні особливості ставлять різні вимоги до окремих органів і систем організму. Тренування сприяє насамперед удосконаленню кардіо-респіраторної системи. Під впливом швидко-кісно-силових вправ зміни настають переважно в ЦНС і руховому апараті.

В основі натренованості лежать фізіологічні механізми термінової та довготривалої адаптації. Спеціальні і регулярні тренувальні навантаження підвищують адаптивні можливості функціональних систем організму (тривалої адаптації).

Серед фізіологічних чинників, що визначають розвиток натренованості, велике значення мають інтегральні показники, що характеризують ефективність діяльності цілого організму. Рівень фізичної працездатності (ФП) залежить від стану тих систем, які забезпечують транспорт кисню (кров, серцево-судинна система і дихальна).

Особливості морфологічного і фізіологічного стану різних систем організму, які виникають при тренувальних навантаженнях, можна оцінити за відповідними показниками



цих систем. Потенційні можливості спортсмена до виконання тренувальних і змагальних навантажень можна визначити за фізіологічними показниками систем організму у стані спокою, в умовах стандартних та граничних фізичних навантажень.

Дослідження показників у стані спокою характеризує новий рівень функціонування систем організму, який встановлюється в процесі систематичних тренувань. Цей новий рівень відзначається високою економічністю роботи цих систем.

Ступінь натренованості значною мірою залежить від вихідного рівня фізіологічних функцій. Цей рівень визначається генетичними передумовами, а також стилем життя людини (фізична активність, характер харчування тощо).

Для оцінювання стану фізичної підготовленості широко використовуються антропометричні показники, а також розрахункові індекси (індекс Кетле, Ерісмана, Пін'є, життєвий індекс тощо). В останні роки в літературі використання індексів підлягає певній критиці, оскільки вони не враховують процеси акселерації, етнічні та регіональні особливості фізичного розвитку різних груп населення, сучасних концепцій соматичного здоров'я тощо.

Систематичні тренувальні навантаження викликають морфо-функціональні зміни в системі кровообігу і дихання (гіпертрофія серцевого м'яза, збільшення резервного об'єму крові в шлуночках, брадикардія, невелике знижен-

ня СО і ХОК, збільшення ЖЕЛ і ХОД тощо). Всі ці показники свідчать про економізацію діяльності кардіо-респіраторної системи в стані спокою.

При стандартних навантаженнях величина фізіологічних зрушень в організмі залежить від обсягу й потужності роботи. У тренуваних осіб коротший період впрацювання і швидше відновлення фізіологічних функцій. Фізіологічні зрушення виражені меншою мірою, ніж у нетренуваних осіб. Це зумовлено економічністю протікання енергетичного обміну. Отже, тренувальні навантаження вдосконалюють регуляторні механізми та адаптаційні можливості організму.

Більш інформативним є вивчення особливостей адаптації організму до граничних навантажень, які виконуються до повної втоми. Можливість виконання таких навантажень зумовлена станом здоров'я, віком, рівнем фізичної підготовки і спортивною спеціалізацією. Найбільша ФП відмічається у спортсменів, які виконують роботу, що вимагає розвитку витривалості. При роботі граничної потужності ЧСС сягає 190 – 220 уд./хв<sup>-1</sup>, АТ зростає до 200 – 220 мм рт. ст., ХОК може становити 40 л/хв, а систолічний об'єм – 200 – 220 мл, частота дихання часто перевищує 40–50 дихальних екскурсій за хвилину, ХОД може досягати рівня 140 – 160 л/хв. Особливо характерні показники рівня МСК, які можуть становити 5,5 – 6,0 л/хв, у спортсменів високого класу у стані спокою – 250 – 300 мл/хв.

Зміни фізіологічних показників у тренуваних і нетренованих осіб при стандартних та особливо граничних навантаженнях мають суттєві відмінності. Динаміка фізіологічних реакцій подана на рис. 8.

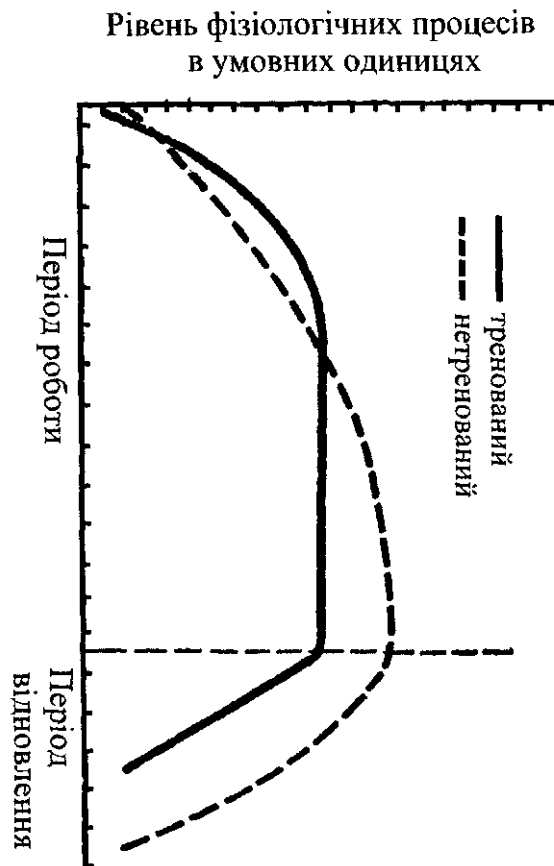


Рис. 8. Схема фізіологічних реакцій нетренованих та тренуваних осіб на стандартне навантаження

При стандартних навантаженнях всім досліджуваним спортсменам рекомендується однакова робота, регламентована потужність і тривалість. За цих умов достатньо фізично підготовлена людина працює економніше за рахунок досконалішої координації рухів, зменшених енерговитрат і зрушень вегетативних функцій.

При граничних навантаженнях натренований спортсмен працює з максимальною потужністю, виконує більший обсяг роботи, ніж непідготовлена людина. При цьому відмічається висока ефективність роботи кардіореспіраторної системи, значні зрушення у моторних і вегетативних функціях, які неможливі для нетренованої людини. У натренованих спортсменів відмічається здатність до швидкої мобілізації функціональних резервів організму, що забезпечує можливість виконання максимально інтенсивної роботи.

**Перетренованість.** Систематичне виконання інтенсивних навантажень на тлі значного недовідновлення організму призводить до розвитку стану перетренованості у спортсменів. Напружена м'язова діяльність при цьому перевищує функціональні можливості організму.

**Перетренованість** – це передпатологічний стан організму спортсмена, який викликаний активним розвитком перетренованості. Основні причини перетренованості – недостатній відпочинок між навантаженнями. Цей стан характеризується порушенням рухових і вегетативних функцій, поганим самопочуттям, зниженням працездатності, дратівливістю,

порушенням серцево-судинної діяльності, зниженням спортивних результатів. Профілактика – оптимальний режим тренування та відпочинку, застосування різних реабілітаційних засобів.

### **Самостійна робота**

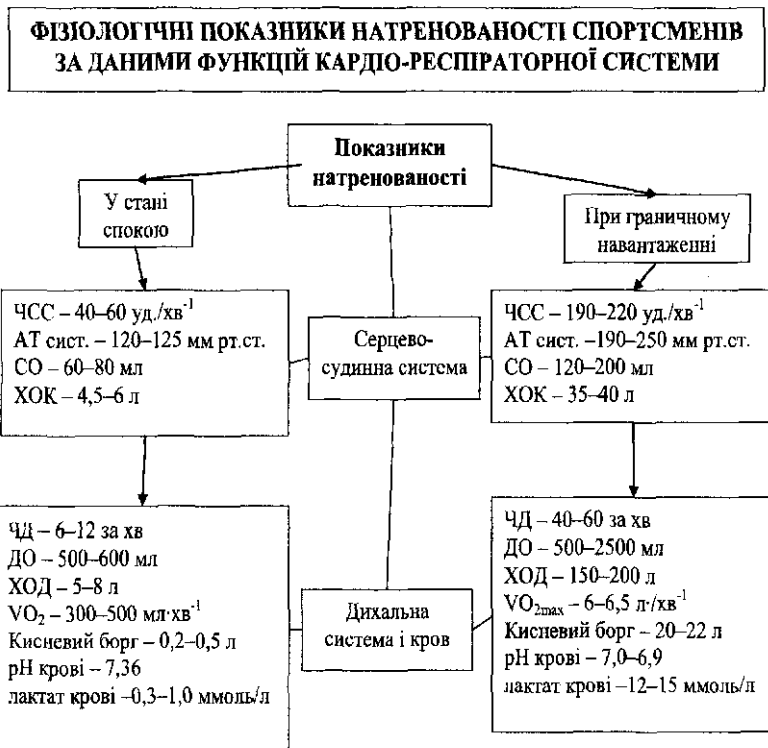
**Для роботи необхідні:** секундомір, тонометр, спірометр, пневмотахометр, газовий лічильник, мішок Дугласа, загубник, спирт, вата, таблиці за темою.

**Завдання 1.** У двох студентів різного рівня натренованості в стані спокою визначають основні показники кардіо-респіраторної системи: артеріальний тиск (систоличний та діастолічний), ЧСС, частоту дихання, ЖЄЛ, швидкість повітряного потоку при вдиху і видиху (пневмотахометрія), ХОД, функціональні проби Штанге і Генчі.

**Завдання 2.** Досліджують вказані показники у тих самих студентів після стандартного навантаження за допомогою степ-тесту (підіймання в темпі 30 циклів за 1 хв впродовж 5 хвилин) або велоергометрії (потужність навантаження 2 Вт/кг). На 5-й та 10-й хвилині періоду відновлення визначають досліджувані показники.

Результати записують у протокол та аналізують. Розраховують зміни у % стосовно даних у стані спокою (100 %). Зіставляють різницю показників залежно від рівня натренованості.

## Графологічна структура заняття



### **Контроль кінцевого рівня знань**

1. Дайте визначення натренованості.
2. За якими показниками можна оцінити рівень натренованості нервово-м'язової та кардіо-респіраторної систем?
3. Які особливості морфо-функціональних показників у стані спокою, після стандартного і граничного фізичного навантаження у тренуваних та нетренуваних осіб?

### **Заняття підсумкове № 11 (тестування)**

**Тема. Фізична працездатність та функціональні показники натренованості з урахуванням окремих видів спорту та особливих умов навколишнього середовища.**

### **Контрольні запитання**

1. Фізична працездатність (ФП) та методи визначення.
2. Максимальне споживання кисню (МСК) та чинники, що визначають його величину.
3. Методи визначення МСК.
4. Анаеробні можливості організму та методи визначення.
5. Фізіологічні основи та критерії натренованості.
6. Показники натренованості кардіо-респіраторної та нервово-м'язової системи в стані відносного спокою.
7. Особливості фізіологічних реакцій систем організму

- при виконанні стандартної роботи.
8. Особливості функціональних реакцій систем організму при виконанні граничної роботи.
  9. Оцінювання натренованості в окремих видах спорту.
  10. ФП в особливих умовах навколишнього середовища ( в умовах зниженого атмосферного тиску, змін температури та вологості повітря, водного середовища тощо).

#### **Література**

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990.– 192 с.
2. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
3. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
4. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. –207 с.
5. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. –М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
6. Платонов В. Н. Теория и методика спортивной тренировки / В. Н. Платонов. – К. : Вища школа, 1984. – 350 с.
7. Романенко В. В. Диагностика двигательных способностей / В. В. Романенко. – Донецк, 2005. – 290 с.
8. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортив-



- ная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 217 – 230, 289 – 299.
9. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 70 – 103.
10. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дугалла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина : пер с англ. – К.: Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
11. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 390 – 411.
12. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. –Л. : Сполом, 2006. – 159 с.
13. Матеріали лекцій.

## II. ТЕОРЕТИЧНА ІНФОРМАЦІЯ ЗА ТЕМАМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ

**Тема № 1. Фізіологічні особливості дітей шкільного віку та їх адаптаційні можливості в умовах занять фізичними вправами і спортом.**

### **Контрольні питання**

1. Вікова періодизація дітей. Акселерація і ретардація. Статеве дозрівання.
2. Фізіологічні механізми розвитку рухових якостей та їх сенситивні періоди.
3. Фізіологічні особливості дітей шкільного віку та їх адаптація до фізичних навантажень (ФН).

Аналізуючи матеріал із теми, слід звернути увагу на те, що життєвий цикл дитини поділяється на окремі вікові періоди, які характеризуються функціональними, біохімічними, морфологічними та психологічними особливостями.

Розрізняють такі **вікові періоди**: 1–10 днів – новонароджений; до 1 року – грудний вік; 1–3 роки – раннє дитинство; 4–7 років – перше дитинство; 8–12 років – друге дитинство; 13–16 років – підлітковий період; 17–20 років – юнацький період.

У зв'язку зі шкільним навчанням виокремлюють: дошкільний вік (6–7 років), молодший шкільний (9–10 років), середній (до 14–15 років) і старший шкільний вік (16–18 років).

Особливим є період статевого дозрівання, так званий перехідний або пубертатний період (із грец. пубертос – оперення). Перша фаза пубертатного періоду – хлопчики віком 13–15 років і дівчата 11–13 років. Друга фаза – хлопчики 15–17 років і дівчата 13–15 років. У цей період відбуваються суттєві гормональні зміни організму, розвиток вторинних статевих ознак, зростають вегетативні зміни при фізичних навантаженнях (ФН), неврівноваженість емоційних реакцій та поведінки.

Основними закономірностями вікового розвитку є **періодизація та гетерохронізм**.

У процесі онтогенезу спостерігаються періоди формування окремих функцій та органів, прискорення або сповільнення їх росту. Інтенсивне збільшення довжини тіла відбувається упродовж життя та в період статевого дозрівання (11–15 років). Після 14 років істотно зростає маса тіла та серця.

Спостерігається періодизація і в розвитку **фізичних якостей**. Так, розвиток сили відбувається в 7–11 років, потім настає сповільнення, з 11–13 років він знову прискорюється і до 18 років досягає рівня дорослої людини.

Зважаючи на основні закономірності вікової періодизації, формується програма навчання дітей у школі, нормування фізичних та розумових навантажень.

Для точнішого оцінювання індивідуального розвитку дітей поряд із **паспортним (календарним)** віком необхідно враховувати також **біологічний** вік. Це пов'язано з

тим, що для кожного організму характерний свій індивідуальний темп розвитку. Терміни окремих вікових етапів біологічного розвитку можуть не збігатися з календарним віком. Біологічний вік оцінюється за комплексом показників фізичного розвитку (зріст, маса тіла й ін.), терміном окостеніння скелету, ступенем статевої зрілості тощо. Практична цінність визначення цього показника в періоді росту обумовлюється необхідністю добору відповідних фізичних та розумових навантажень. Методи оцінювання біологічного віку подані в роботі Л. С. Вовканича (2009).

Перехід від одного вікового періоду до другого є переломним етапом розвитку. Ці критичні стрибкоподібні моменти розвитку контролюються генетично. Визначення рівня генетичних впливів проводиться шляхом дослідження родоводу (генеалогічний метод), близнюків (близнюковий метод), характеру візерунків та ліній на кінчиках пальців, долонях та стопах (дерматогліфічний метод), а також вивченням кореляцій між руховими можливостями дітей і батьків. Значною мірою спадковість визначається показниками м'язової сили, ЛЧРР, відчуттям ритму та величини МСК. Ці показники повинні враховуватися в процесі первинного відбору і визначенні спортивної спеціалізації. З генетичними чинниками частково збігаються **сенситивні періоди** (періоди особливої чутливості до впливів зовнішнього середовища). В сенситивні періоди найефективніші спеціальні тренувальні навантаження, які виявляються гетерохронно для різних фізичних якостей. Сенситивні періоди

ди для розвитку швидкісно-силових якостей виявляються в 11–14 років. Для загальної витривалості цей період проявляється пізніше в 15–20 років. Розвиток гнучкості бурхливо формується від 4 до 15 років, а спритність – від 7 до 13–15 років.

Важливою особливістю вікового розвитку є **акселерація** і **ретардація**. Акселерацію (лат. акселераціо – прискорення) поділяють на **індивідуальну** й **епохальну**. Акселерація – це прискорення росту, статевого дозрівання, фізичного та психічного розвитку дітей, яке спостерігається від кінця XIX ст. і до середини XX ст. Вживають також термін „секулярний тренд” (вікова тенденція). Так, у підлітків м. Києва в 60 – 70 рр. XX ст. порівняно з 1923–1925 рр. виявився зріст вищим на 10–13 см, маса тіла – на 9–11 кг, обвід грудної клітки – на 4,5–5 см.

Про причини **епохальної акселерації** не має єдиної думки. Це явище може бути обумовлено посиленням ультрафіолетового випромінювання (геліогенна теорія), впливом магнітних хвиль на ендокринні залози, збільшенням споживання білка (аліментарна теорія), збільшенням надходження в організм вітамінів та мінеральних солей (нутрігенна теорія), наростанням кількості інформації в умовах життя в містах, періодичними змінами в генетиці людини тощо.

**Ретардація** – відставання в статевому дозріванні. Сповільнення росту та маси тіла сприяють розвиткові гнучкості, що має особливе значення в спортивній гімнасти-

ці, акробатиці, фігурному катанні.

Особливістю спортивного вдосконалення дітей є те, що розвиток вегетативних функцій та підвищення ФП відбувається на тлі ще не закінчених процесів росту та формування організму. Тому небезпечним є несвоєчасне та надмірне збільшення тренувальних навантажень. У процесі розвитку організму ФП підвищується (табл. 13).

**Медіанти** – діти, які мають середній рівень фізичного розвитку (за довжиною тіла) та іншими залежними ознаками (маса тіла, обвід грудної клітки тощо).

Таблиця 13

Вікова динаміка показників фізичної працездатності (ФП) у хлопчиків (за даними Корнієнко Н.А. (1978))

Вік (роки)	ЧСС у стані спокою (уд./хв)	ФП при ЧСС <sub>170</sub> (кгм/хв)	Відносна ФП (кгм/хв/кг)
3–4	100–102	127–149	8,1–8,9
4–5	96–102	195–237	10,5–11,7
6–7	107	296–307	10,2–10,9
8–9	99–102	313–392	10,9–12,2
10	89	398	12,4
11–12	85	495	12,5
13–14	87	666	13,4
15–16	81	870	13,4

Збільшення ФП і поліпшення з віком адаптації до вправ на витривалість пов'язане з ростом аеробного метаболізму (МСК). Максимальні значення МСК спостеріга-

ються у віці 14–15 років, коли ще недостатньо розвинуто анаеробні можливості. Це частково лімітує ФН у вправі анаеробної спрямованості. Так, у дітей 9–10 років кислий борг (КБ) становить 0,8–1,2 л (при роботі – 8–9 кгм/с), у 12–14 р. – 2,0–2,5 л. (при роботі – 12–17 кгм/с), у дорослих – 6,0 л (при роботі – 20–45 кгм/с). Діти порівняно з дорослими мають менші можливості працювати в анаеробних умовах.

У динаміці спортивних станів в організмі юних спортсменів присутні певні вікові особливості. У підлітків передстартові зміни є більш виражені, коротший період впрацювання та підтримання стійкого стану порівняно з дорослими. Від віку залежить також характер втоми (швидке зниження ФП і швидкість рухів) та динаміка процесів відновлення. При багаторазових ФН сповільнення відновних процесів виражено більшою мірою, ніж у дорослих.

Ефективність тренувального процесу в юних спортсменів слід оцінювати з позицій його відповідності до законів розвитку молодого організму. Фізіологічний ефект тренувальних ФН проявляється у прогресивних змінах фізичного розвитку та вегетативних функцій. Необхідний диференційований підхід до спортивного удосконалення за умови врахування їх індивідуальних, морфологічних та функціональних змін.

### Література

1. Апанасенко Г. А. Физическое развитие детей и подростков / Г. А. Апанасенко. – К. : Здоров'я, 1985. – 196 с.
2. Бальсевич В. Н. Физическая активность человека / В. Н. Бальсевич, В. А. Запорожанов. – К. : Здоров'я, 1987. – С. 177 – 206.
3. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 474 – 498.
4. Вовканич Л. С. Біологічний вік людини (теоретичний та методичний аспекти) : [наук.-метод. вид.] / Л. С. Вовканич. – Л. : Сполом, 2009. – 91 с.
5. Волков Л. В. Физическая работоспособность детей и подростков / Л. В. Волков. – К. : Здоров'я, 1981. – 120 с.
6. Сергієнко А. М. Тестування рухових здібностей школярів / А. М. Сергієнко – К. : Олімпійська література, 2001. – 439 с.
7. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 223 – 226.
8. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 70 – 90, 193 – 217.
9. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 406 – 416.



**Тема № 2. Фізіологічні особливості людей середнього й літнього віку та їх адаптаційні можливості до фізичних навантажень (ФН).**

**Контрольні питання**

1. Старіння, тривалість життя й адаптивні реакції організму.
2. Вікові особливості функціональних систем організму.
3. Фізіологічні особливості адаптації людей середнього та літнього віку до ФН.

Вік 18–25 років характеризується розвитком біологічної зрілості людини та надійністю функціонування всіх систем організму. Водночас уже у 25–35 років починають розвиватися процеси інволюції рухових функцій. Ці процеси формуються гетерохронно у всіх клітинах і тканинах організму та механізмах регуляції і залежать від спадкових чинників та впливів зовнішнього середовища.

Процеси дозрівання та старіння організму є закономірними етапами життя людини і відбуваються безперервно. Виділяють вікові періоди, які завершують цикл розвитку людини: перший зрілий вік – 26–35 років; другий зрілий вік (жінки віком 36–55 років і чоловіки 36–60 років); літній вік – 60–75 років; старечий вік – 75–90 років; довгожителі – 90 років і більше. Ця класифікація є умовною, оскільки календарний вік людини не завжди відповідає його біологічному вікові.

Механізми старіння організму вивчає геронтологія. Існує низка теорій старіння на молекулярному, клітинному та органному рівнях. Перша група теорій старіння:

1. Теорія „зношування”. У людей у другій половині життя відбувається „зношування” клітин, тканин і систем організму та послаблення регуляторних процесів. Чим інтенсивніші життєві процеси, тим швидше старіє організм. Але організм не тільки „зношується”, але й самовідновлюється та саморегулюється.
2. Теорія „життєвого запасу”. Відповідно до енергетичного правила М. Рубнера, енергетичний фонд людини визначений генетично, і впродовж життя він витрачається.
3. Теорію „автоінтоксикації” (самоотруєння) запропонував лауреат Нобелівської премії (1908 р.) І. Мечніков. Отрути, які виділяються в процесі життєдіяльності мікробів товстої кишки утворюють токсичні сполуки (феноли, індол, скатол), які отруюють організм і спричиняють передчасне старіння. І. Мечніков зробив важливий висновок – необхідно продовжувати активне життя, а не старість.
4. „Елеваційна” теорія (В. Дільман, 1976 р.) заснована на зміні активності гіпоталамуса. Це проявляється в зниженні реактивності людей літнього віку, змінах гомеостазу, розвиткові хронічного стресу, зниженні фізичної та розумової працездатності.

Друга група теорій старіння – це **молекулярні теорії**. Головна роль належить змінам компонентів клітини на

молекулярному рівні.

Сучасні пошуки тісно пов'язані з **генетичними теоріями** старіння. Численні дослідження вказують на вагоме значення спадкових чинників у визначенні тривалості життя. Причиною старіння можуть бути помилки в роботі спадкового апарату клітини та навантаження дефектних білків і, можливо, наявність „генів старіння”. Поки ще не знайдено генів, які би визначали тривалість життя людини.

До клітинних теорій старіння належить також „**вільнорадикальна**” теорія. Виявлена залежність між тривалістю життя та активністю ферментів антиоксидантного захисту, вмістом  $\beta$ - каротину та  $\alpha$  - токоферолу в крові.

Слід підкреслити, що процес старіння – це складний біологічний процес, що має поліморфну природу і його розвиток неможливо пояснити лише однією причиною. Максимальна тривалість життя, за даними В. Фролькіса (1975 р.), може становити 115–120 років. Це прогнозує можливість збільшення тривалості життя на 40 – 50 %. Але процес старіння має незворотний характер.

До першої групи вікових змін належить зниження функції міокарду та м'язів, гостроти зору і слуху та активності нервових центрів.

До другої групи вікових змін слід зарахувати зміни морфологічного складу крові (зменшення рівня гемоглобіну, та кількості еритроцитів, помірну лейкопенію).

Функціональні можливості серцево-судинної системи (ССС) з віком знижуються. Це обумовлено погіршенням кровопостачання міокарду, його скоротливих можливостей та пониженням еластичності судин. Після 40–50 років (максимум 60–70 р.) у стінках судин з'являються холестеринові бляшки, що призводить до розвитку атеросклерозу. Розвиток цієї хвороби спричиняє незбалансоване харчування, малорухливий спосіб життя та стреси. Після 50 років може зростати ЧСС, зменшується ХОК, збільшується рівень артеріального тиску (сistolічного і діастолічного). Відповідно до рекомендацій ВООЗ нормальний артеріальний тиск у людей зрілого і літнього віку не повинен перевищувати 130/90 мм рт. ст.

Вікове зниження функцій ендокринних залоз призводить до трьох захворювань у людей літнього віку – гіпердаптозу (надмірні стресові реакції), клімаксу (припинення репродуктивної функції) та ожиріння.

Заняття фізичними вправами добре впливають на організм людей зрілого й літнього віку. М'язова діяльність викликає напруження всіх функціональних систем, супроводжується гіпоксією, що удосконалює адаптацію до різних чинників зовнішнього середовища.

Старіння організму характеризується зменшенням економичності м'язових зусиль, зростанням енерговитрат та різким посиленням функцій КРС на стандартні навантаження. При старінні зменшується фізична працездатність, характерним є триваліший період впрацювання, скоро-

чення періоду стійкого стану, збільшення тривалості відновних процесів.

Для людей літнього віку рекомендуються переважно циклічні вправи невеликої інтенсивності (оздоровчий біг, їзда на велосипеді, тривала ходьба, плавання, пересування на лижах). У процесі старіння організму погіршується функціональний стан КРС, зменшуються резервні можливості серця. Тому значні ФН у літньому віці можуть призвести до гострої серцевої недостатності.

Під час занять фізичними вправами не рекомендується застосовувати компоненти статичних зусиль та напружені навантаження з натужуванням. Більшість авторів на перше місце для профілактики старіння ставлять помірні фізичні навантаження.

Найбільш доступним та вірогідним критерієм оцінювання оптимальних **оздоровчих** навантажень є ЧСС та % від МСК. Можна рекомендувати середні величини ЧСС для людей різного віку при заняттях оздоровчою ФК. Так, особам віком 30 років рекомендується ЧСС до 130 уд./хв, 40 років – до 125 уд./хв, 50 років – до 120 уд./хв, 60 років і більше – до 100 – 110 уд./хв. При оздоровчих фізичних вправах (ходьба і біг) у людей літнього віку споживання кисню повинно становити 50–60 % МСК, у більш молодих осіб ця величина досягає 65–70% від МСК.

Систематичні помірні фізичні навантаження поліпшують діяльність КРС, удосконалюють регуляторні й адаптивні механізми та активність імунної системи, а також

сприяють збереженню розумової та фізичної працездатності.

### Література

1. Бальсевич В. Н. Физическая активность человека / В. Н. Бальсевич, В. А. Запорожанов. – К. : Здоров'я, 1987. – С. 36 – 132.
2. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 499 – 522.
3. Вовканич Л. С. Біологічний вік людини (теоретичний та методичний аспекти) : [наук.-метод. вид.] / Л. С. Вовканич. – Л. : Сполом, 2009. – 91 с.
4. Єрмолаєв Ю. А. Возрастная физиология / Ю. А. Єрмолаєв. – М. : Высшая школа, 1985. – 375 с.
5. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека / Е. А. Пирогова, Л. Я. Иващенко, Н. П. Страпко. – К. : Здоров'я, 1986. – С. 54-68.
6. Романенко В. В. Диагностика двигательных способностей / В. В. Романенко. – Донецк, 2005. – 290 с.
7. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 460 – 480.

**Тема № 3. Морфо-функціональні особливості жіночого організму й адаптаційні можливості до фізичних навантажень.**

**Контрольні запитання**

1. Особливості фізичного розвитку та статевого дозрівання жінок.
2. Фізіологічні особливості тренування жінок.
3. Вплив різних фаз оваріально-менструального циклу на фізичну працездатність (ФП) жінок.

Самостійно вивчаючи матеріал цієї теми, необхідно проаналізувати морфологічні й функціональні можливості жіночого організму та особливості ендокринної регуляції.

Поряд із подібністю адаптаційних реакцій чоловіків і жінок на різні фізичні навантаження (ФН) існують особливості, що властиві тільки жіночому організмові. Жінки краще пристосовані до змін зовнішнього середовища (голод, крововтрата, температурні зміни) та мають довшу тривалість життя.

Для жінок характерний ранній розвиток фізичних якостей у процесі індивідуального розвитку (онтогенезу), а також специфічні особливості їх проявів. М'язова маса у жінок становить 30–35 % від маси тіла (у чоловіків – 40–45 %). Сила м'язів у жінок менша, ніж у чоловіків. Істотне збільшення сили у спортсменок спостерігається в 12–14 років, а їх максимум – у 15–16 років (у чоловіків – 18–

20 років). Абсолютна сила м'язів збільшується із ростом статевої зрілості.

Найбільше удосконалення швидкісно-силових якостей спостерігається у дівчат віком 10–14 років. У спортсменів високої кваліфікації ЛЧРР на світловий подразник дорівнює 120 мс, у спортсменок – 140–150 мс. У цілому максимальна швидкість рухів у жінок на 10–15 % нижча, ніж у чоловіків.

Жінки володіють високим рівнем витривалості до тривалої циклічної роботи. У них спостерігається менший вміст гемоглобіну та кисню в крові і відповідно нижчі аеробні можливості (за показниками МСК). У жінок рівень МСК на 25–30 % менший, ніж у чоловіків. У кваліфікованих спортсменок МСК в середньому досягає 3,5 – 4,5 л/хв (60–70 мл/кг/хв). Особливо швидкий ріст абсолютної величини МСК спостерігається в дівчаток у період 11–14 років.

У жіночому організмі більші запаси жирів (у середньому 30 %), а у чоловіків – близько 20 %. При роботі в аеробному режимі при витратах запасів вуглеводів спортсменки легше переходять на утилізацію жирових джерел енергії, ніж чоловіки. Однак це викликає менш економне використання кисню й лімітує виконання роботи при гіпоксичних станах (робота субмаксимальної та великої потужності).

Жіноче серце за об'ємом та масою менше, ніж у чоловіків. ХОК у жінок у середньому 4 л/хв у стані спокою, а при роботі великої потужності може досягати 25 л/хв. Збі-



льшення ХОК у жінок відбувається за рахунок підвищення ЧСС. У стані спокою у жінок ЧСС дорівнює 72–78 уд/хв. При тренуванні на витривалість брадикардія більш помірна, ніж у спортсменів-чоловіків.

Менш досконалі механізми адаптації кардіореспіраторної системи (КРС) до ФН у жінок знижують їх аеробні можливості та загальну фізичну працездатність. Зміни фізичної працездатності та фізичних якостей значною мірою обумовлені **оваріально-менструальним циклом (ОМЦ)**.

При статевому дозріванні тонічний відділ статевого центру (в гіпоталамусі) стимулює виділення гіпофізом гонадотропного гормону (ГТГ). Під впливом ГТГ у яєчниках виділяється багато жіночих статевих гормонів – **естрогенів**. Із віком цей механізм змінюється, і вже від 25–30 років починає знижуватися чутливість статевого центру до **естрогенів**. У віці 45–55 років естрогени вже не можуть запускати механізм овуляції і репродуктивна функція припиняється. Значні фізичні і психологічні навантаження при спортивній діяльності можуть через цю ланку суттєво змінювати протікання ОМЦ жіночого організму.

Тривалість **ОМЦ** коливається від 21 до 36 днів, але в середньому – 28 діб (у 60 % жінок). Весь цикл можна поділити на **5 фаз**:

- менструальна (від 1–3 до 7 діб);
- постменструальна (4–12-й день);
- овуляторна (13–14 доба);

- постовуляторна (15 – 25-й день);
- передменструальна (26–28-й день).

**I фаза** ОМЦ пов'язана з відторгненням слизової оболонки матки та кровотечею. Зменшується кількість гемоглобіну (на 15 %) та еритроцитів (на 1 млн), що знижує аеробні можливості організму жінки, а також фізичні якості (силу, швидкість і витривалість). Порушується увага, знижується чутливість сенсорних систем, емоційна нестійкість. **II фаза** – дозрівання та розрив фолікула й накопичення естрогену, що нормалізує функції організму. ФП підвищується. **III фаза** – вихід яйцеклітини з фолікула та просування її через маткові труби у матку. Вміст естрогенів знижується та зменшується ФП. **IV фаза** – знову підвищується рівень обмінних процесів та ФП. Залишки фолікула утворюють **жовте тіло**, яке починає виділяти гормон **прогестерон**. **V фаза** – жовте тіло дегенерує (якщо запліднення яйцеклітини не відбулося), знову посилюється збудливість ЦНС, прискорюється ЧСС та ЧД. Змінюється самопочуття жінок (з'являється дратівливість, стомлюваність, біль голови).

Таким чином, під час різних фаз ОМЦ відбуваються не тільки перебудова гормональної активності, але й зміни функціонального стану всіх систем організму жінки.

У I, III, V фазах ОМЦ погіршується функціональний стан і знижується ФП. У II і IV фазах ФП підвищується, а у I і V фазах відновні процеси після ФН сповільнюються.

Отже, при виборі засобів підвищення ФП у різних видах спорту необхідно враховувати особливості жіночого організму, при цьому особлива увага повинна приділятися збереженню здоров'я та репродуктивної функції.

Застосування інтенсивних ФН без врахування принципу поступовості можуть призвести до небажаних (негативних) порушень ОМЦ, особливо в юних спортсменок. Великі ФН можуть впливати на терміни початку першої менструації (менархе). Обережність необхідна при проведенні тренувальних навантажень у I, III і V фазах ОМЦ. Зафіксовано, що в ці фази ОМЦ знижуються спортивні результати: у легкоатлеток – на 28–38 %, гімнасток – на 20–30 %, акробатів – на 16–17 %, лижниць – 38–40 %. При побудові тренувальних мікро- та мезоциклів необхідно враховувати ОМЦ та тривалість окремих фаз.

Звичайно у спортсменок високої кваліфікації ОМЦ суттєво не впливає на спортивну працездатність, але певне значення має вид спорту та індивідуальні особливості.

#### Література

1. Виру А. А. Гормоны и спортивная работоспособность / А. А. Виру, П. К. Кырге. – М. : Физкультура и спорт. 1988. – 160 с.
2. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 5 – 21.
3. Похолєнчук Ю. Т. Современный женский спорт /

- Ю. Т. Похолєнчук, Н. В. Свєчнїкова. – К. : Здорєв'я, 1987. – 192 с.
4. Радзїєвський А. Р. Проблємы совершенствованїя спортивной подготовки женщин / А. Р. Радзїєвський. – К.: Здорєв'я, 1974. – 76 с.
  5. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 178 – 187.
  6. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 27–38.
  7. Суворова Т. І. Прогнозуваннїя і оцїнка фізичної підготовленостї дївчат-пїдлїтків / Т. І. Суворова. – Луцьк, 2002. – 35 с.

**Тема № 4. Фїзіологїчні механїзми формуваннїя рухової навички та рухових якостей.**

**Контрольні запитаннїя**

1. Фїзіологїчні механїзми формуваннїя рухової навички.
2. Стадїї утвореннїя рухової навички.
3. Фїзіологїчна характеристика рухових якостей: сили, швидкостї та витривалостї.

**Рухова навичка (РН).** У людини в процесї життєдїяльностї формуютьсї рїзні руховї вмїння та навички, якї ви-

значають основу її поведінки. **Рухове вміння** – це здатність на моторному рівні виконувати нові завдання поведінки, швидко оцінювати нові й незнайомі ситуації та вибирати правильні реакції для формування найрезультативніших дій.

Коли одні й ті самі рухи повторюються на тренуванні та під час змагання, рухові вміння закріплюються як спеціальна рухова навичка (РН). **Рухова навичка** – це складна та індивідуально набута форма різних рухових дій, які закріплюються при систематичному повторенні та забезпечують оптимальне вирішення моторних завдань. РН формується за участю багатьох нервових центрів (зокрема, центрів кори великих півкуль головного мозку) на базі безумовно- та умовно-рефлекторних механізмів.

Розуміння фізіологічних механізмів формування РН ґрунтується на основі вчення І. М. Сеченова, І. П. Павлова, А. А. Ухтомського, Н. А. Бернштейна, А. Н. Крестовнікова, П. К. Анохіна та інших.

Основні методи дослідження РН поділяються на 2 групи:

1. Методи, які описують зовнішню структуру рухів (кіно-, фото-, відео-, телезнімання рухів);
2. Методи, які оцінюють внутрішню структуру рухів (електроенцефалографія, електроміографія, реєстрація Н-рефлексів та активності рухових одиниць).

Отже, комплексне оцінювання цілісної структури РН здійснюється при одночасній реєстрації біомеханічних та фізіологічних показників.

Для формування РН велике значення має утворення **динамічного стереотипу (ДСТ)** нервових процесів, коли компоненти рухового акту приєднуються до своєрідного ланцюга реакцій, які переважно забезпечують послідовність окремих фаз рухів. Кожний попередній руховий акт у цій системі вводить у дію наступний. Це забезпечує цілісність вправи і звільняє свідомість людини від контролю за кожним його елементом.

ДСТ має особливе значення при циклічних стереотипних вправах. У ситуаційних видах спорту цілісна діяльність залежить від змін ситуації і не може бути стереотипною.

Із варіативністю безпосередньо зв'язаний процес **екстраполяції** в рухових навичках. **Екстраполяція** – це здатність ЦНС на основі ускладнених та індивідуально набутих програм швидко створювати нові програми рухових актів для ефективного виконання рухових завдань. „Перенесення” РН відбувається в різних видах спортивних ігор та одноборствах, які характеризуються найбільшою варіативністю.

Виділено 3 стадії формування РН.

1. **Стадія генералізації (іrrрадіації) збудження.** Стадія забезпечує широку іrrрадіацію збудження на різні зони головного мозку. Великий потік аферентних імпульсів

від пропріорецепторів багатьох м'язів обмежує виділення основних робочих груп м'язів від інших груп. Необхідне багаторазове повторення вправ для поступового удосконалення рухової програми.

2. **Стадія концентрації збудження.** Поліпшується координація рухів, усувається зайве м'язове напруження і підвищується рівень удосконалення стереотипності рухів. РН на цій стадії сформований, але не стійкий і може порушуватися при дії будь-яких нових подразників.
3. **Стадія стабілізації та автоматизації.** Підвищується надійність та стабільність РН, знижується свідомий контроль за його елементами. Але при дії екстремальних чинників, що супроводжують змагальну діяльність спортсмена (зовнішні перешкоди, емоційний стрес, різкі зміни гомеостазу тощо) відбувається порушення РН та втрата автоматизації, тобто **деавтоматизація**. Це явище більш виражене у недостатньо підготовлених спортсменів та в осіб із нестабільністю нервових процесів.

**Автоматизація** – це наслідок закріплення динамічного стереотипу нервових процесів, вона забезпечує точне виконання рухів. Після припинення систематичних тренувань РН починає втрачатися залежно від виду спорту, зовнішніх умов та стану організму (втоми). Але прості елементи РН можуть довго зберігатися. Загальні поведінкові навички у вигляді плавання, ходьби на лижах, катання на велосипеді та ковзанах можуть зберігатися при перервах у

тренуванні багато років, але вони вже непридатні для змагальної діяльності. Найскладніші рухові компоненти можуть погіршуватися при перервах на декілька днів, тому для досягнення високих спортивних результатів тренування має бути систематичним, без тривалих інтервалів.

РН не є природженим процесом. Це набутий процес індивідуального розвитку, який регулюється спеціальною **функціональною системою** (П. К. Анохін, 1975). Фізіологічний механізм управління рухами містить аферентний, центральний, еферентний компоненти та зворотні зв'язки.

**Аферентний синтез** здійснюється при взаємодії таких чинників: мотивації, пам'яті, обстановкової та пускової інформації. Аферентний компонент руху безпосередньо зв'язаний із роботою сенсорних систем, лімбічною та асоціативною лобовою зоною кори великих півкуль головного мозку. **Центральний компонент** (блок програмування) формує рухові програми, алгоритм дій, збереження РН. Він включає поля лобової і тім'яної частки кори, базальні ядра та моторні центри головного мозку. **Ефекторний компонент** (виконавчий блок) відповідає за реалізацію рухових програм через спінальні центри.

У процесі тренування відбувається постійне порівняння створеної моделі РН з реальними результатами його виконання (Н. Л. Бернштейн, 1966; П. К. Анохін, 1975). Це так званий порівнювальний апарат – „**акцептор результату дії**”. Від внутрішніх органів та м'язів зворотними шляхами в акцептор дії надходить аферентна інформація про



якість виконання рухової дії. В разі неузгодження між зворотною інформацією і руховою програмою „акцептор дії” інформує відповідні нервові центри, та таким чином уточнюється програма РН.

Отже, у складному механізмі формування та координації моторних програм РН важливою є **аферентація** (зворотні зв'язки).

У системі зворотних зв'язків розрізняють:

1. **Внутрішній контур зв'язків** – сигналізує про характер роботи м'язів, суглобів та внутрішніх органів від пропріо- та інтерорецепторів. Цей контур при виконанні фізичної вправи здійснюється переважно через рухову, вестибулярну та інтероцептивну сенсорні системи.
2. **Зовнішній контур** – інформація надходить від екстерорецепторів (переважно зорових, слухових і тактильних).

Отже, програмування складних рухових актів та збереження РН вимагає обов'язкової сигналізації в ЦНС про стан рухового апарату.

**Рухові якості.** Ефективність сформованого РН залежить не тільки від технічної досконалості, але й здатності його виконання з належною силою, швидкістю або витривалістю. Ці можливості прийнято називати **руховими якостями**, для розвитку яких мають значення морфологічні, функціональні та біохімічні перебудови систем орга-

нізму. В основі розвитку рухових якостей лежать спадкові особливості, безумовно- та умовно-рефлекторні механізми.

**Фізіологічні механізми розвитку сили.** Сила – це одна з провідних рухових якостей. Сила необхідна для виконання багатьох фізичних вправ, особливо в стандартних ациклічних видах спорту (важка атлетика, спортивна гімнастика, акробатика тощо).

**Сила м'яза** – це здатність за рахунок м'язових скорочень подолати зовнішній опір або протидіяти йому. При її оцінюванні розрізняють абсолютну та відносну м'язову силу. **Абсолютна сила** – це відношення сили до фізіологічного поперечника м'яза ( $\text{кг}/\text{см}^2$ ). А відношення максимальної сили м'яза до його анатомічного поперечника називається **відносною силою** м'яза. Залежно від режиму м'язового скорочення розрізняють **статичну** (ізометричну) силу та **динамічну** силу.

Збільшення м'язового поперечника в результаті тренування називають **робочою гіпертрофією**. Розрізняють:

1. **Саркоплазматичну гіпертрофію** (за рахунок збільшення об'єму саркоплазми й підвищення в ній метаболічних резервів м'яза – глікогену, КрФ, міоглобіну тощо).
2. **Міофібрилярну гіпертрофію**, яка пов'язана з потовщенням міофібрил і суттєвим збільшенням сили м'язів.

Фізіологічні чинники, що впливають на розвиток і прояв м'язової сили, різноманітні. Розрізняють такі чинники:

- а) **внутрішньом'язові** залежать від будови м'язів, рівня

збудливості повільних та швидких м'язових волокон, від товщини та щільності упаковки міофібрил;

б) **нервова регуляція** забезпечує розвиток сили за рахунок удосконалення діяльності рухових одиниць (РО) м'яза та міжм'язової координації. Ступінь мобілізації РО є суттєвим фізіологічним механізмом, який обумовлює прояв значної м'язової сили. Велике напруження м'язів забезпечується активністю РО, починаючи з малих і повільних (низькопорогових) та закінчуючи великими, швидкими (високопороговими) РО. Синхронізація активності РО (одночасне збудження великої кількості активних РО) різко збільшує силу м'язів.

**Міжм'язова координація** визначає рівень узгодженості (синхронізації) РО різних груп м'язів (синергістів та антагоністів). Величина максимальної сили м'язів залежить від ефективності внутрішньо- та міжм'язової координації.

Важливе значення у розвитку сили мають чоловічі статеві гормони – андрогени (зокрема тестостерон), які забезпечують синтез скоротливих білків у скелетних м'язах. У чоловіків їх у 10 разів більше, ніж у жінок.

При систематичних тренуваннях у спортсменів поряд з економізацією функцій відбувається збільшення фізіологічних резервів. До таких резервів належить: синхронізація, введення додаткових РО, підвищення енергетичних запасів, посилення скорочення після оптимального розс-

лаблення (розтягування) м'язів, адаптивна перебудова структури та біохімії м'язових волокон.

### **Фізіологічні механізми розвитку швидкості**

**Швидкість** – це спроможність людини виконувати рухи у мінімально короткий проміжок часу. Ця рухова якість проявляється в спортивній діяльності як різноманітні стрибки, спринтерський біг, нанесення ударів тощо. Фізіологічною основою розвитку швидкості є підвищення лабільності збудження в нервових центрах і м'язових волокнах, підвищення рівня рухливості нервових процесів, синхронізації збудження РО, співвідношення швидких і повільних м'язових волокон у скелетних м'язах.

До елементарних проявів швидкості зараховують темп рухів і латентний час рухової реакції (ЛЧРР). Ці показники найпоширеніші при тестуванні швидкості. Простим показником швидкості рухів є теппінг-тест (темп рухів за 10 с). Дорослі виконують 50–60 рухів за 10 с, спортсмени ситуаційних видів спорту – 60–80 рухів і більше. Найефективніше розвивається темп рухів у дітей 9–13 років.

Тривалість ЛЧРР на зорові та слухові подразники коливається в широких межах. ЛЧРР частково залежить від вроджених особливостей (генотипу). Але при систематичних тренуваннях ЛЧРР зменшується в 1,5-2 рази. У спортсменів він дорівнює в середньому 120 мс (у спортсменок – 140 мс), у нетренованих – 180 – 200 мс. У дітей віком 2–3 роки ЛЧРР становить 300 – 500 мс, 5–7 років – 300–

400 мс, у спортсменів високого класу (спортивні ігри, бігуни на короткі дистанції) – 100–110 мс. При теоретичних розрахунках ЛЧРР 80 – 90 мс – це межа функціональних можливостей людини.

У процесі спортивного тренування зростання швидкості обумовлено такими механізмами:

- збільшенням лабільності й рухливості нервових процесів, що прискорюють проведення збудження нервами і м'язами та переробку інформації в головному мозку;
- скороченням часу проведення збудження через міоневральні та міжнейронні синапси;
- синхронізацією активності РО в м'язах та своєчасним гальмуванням м'язів антагоністів.

Для кожної людини є своя межа зростання швидкості, яка контролюється генетично.

### **Фізіологічні основи витривалості**

**Витривалість** – це здатність організму виконувати роботу заданої потужності впродовж тривалого часу без пониження її ефективності. Розрізняють дві форми витривалості:

- 1. Загальна витривалість** – здатність тривало виконувати будь-яку циклічну роботу великих груп м'язів.
- 2. Спеціальна витривалість** – проявляється в конкретних видах рухової діяльності і характеризується різними адаптивними перебудовами залежно від специфіки ФН.

Вони підрозділяються на **статичну, силову, швидкісну, динамічну, гіпоксичну** (пониження чутливості до недостатності кисню) тощо.

Загальна витривалість визначає рівень функціонування киснево-транспортної системи (серцево-судинної, дихальної та систем крові).

Розвиток витривалості забезпечується перебудовами в **дихальній системі**:

- збільшуються легеневі об'єми (на 10–20 % та ЖЄЛ до 6–8 л);
- зростає частота дихання;
- збільшується дифузійна здатність легень;
- збільшуються функціональні можливості дихальних м'язів.

Всі ці зміни сприяють економізації дихання, більшому транспортуванню кисню в кров при менших величинах ЛВ, підвищенню вентиляційного порогу анаеробного обміну (ПАНО).

Вирішальну роль у розвитку витривалості мають морфо-функціональні перебудови **серцево-судинної системи**:

- зростає величина серцевого викиду;
- збільшується об'єм серця та потовщується міокард – «спортивна гіпертрофія»;
- формується спортивна брадикардія (ЧСС 45–60 уд/хв.) за рахунок посилення парасимпатичних впливів, що полегшує відновлення серцевого м'яза;
- може знижуватися АТ у стані спокою (до 110 мм рт.ст)

– спортивна гіпотонія.

Підвищенню витривалості **в системі крові** сприяють:

- збільшення об'єму циркулюючої крові, зменшення в'язкості крові та збільшення притоку венозної крові;
- збільшення кількості еритроцитів та гемоглобіну;
- зменшення вмісту лактату в крові та збільшення ємності буферних систем крові.

У **скелетних м'язах** спортсменів, які спеціалізуються на витривалості, домінують повільні м'язові волокна (до 80–90 %). Робоча гіпертрофія формується за саркоплазматичним типом (у саркоплазмі скупчуються запаси глікогену, ліпідів, міоглобіну, зростає кількість та розміри мітохондрій тощо).

**Фізіологічні резерви витривалості** містять:

- потужність механізмів забезпечення гомеостазу (відповідний рівень функціонування киснево-транспортної системи, підвищення кисневої та буферної ємності крові, досконалу регуляцію водно-сольового та теплового обміну, зниження чутливості тканин до зрушень гомеостазу);
- стабільну нервово-гуморальну регуляцію механізмів підтримання гомеостазу.

Розвиток витривалості зв'язаний зі збільшенням діапазону фізіологічних резервів, можливостями їх мобілізації та удосконаленням координації рухових та вегетативних функцій.

### Література

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – 192 с.
2. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
3. Омеляненко В. Г. Навчальний посібник з фізіології фізичних вправ / В. Г. Омеляненко. – Тернопіль, 1998. – 100 с.
4. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 310 – 326.
5. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физ-культура и спорт, 1986. – С. 179–192.
6. Фарфель В. С. Физиология спорта / В. С. Фарфель. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 384 с.
7. Физиология человека / под ред. В. В. Васильевой. – М. : Физкультура и спорт, 1984. – 319 с.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.



### III. КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ФУНКЦІЙ ОРГАНІЗМУ ПРИ СПОРТИВНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Фізіологічні показники	Величини показників
<b>1. Фізіологічна характеристика фізичних вправ різної потужності</b>	
Тривалість циклічних вправ:	
зона максимальної потужності (МП)	до 20–30 с
зона субмаксимальної потужності (СП)	від 20–30 с до 3–5 хв
зона великої потужності (ВП)	від 3–5 хв до 30–40 хв
зона помірної потужності (ПП)	від 30–40 хв до 2–3 годин
Відносні енерговитрати в різних зонах потужності:	
МП	4 ккал · с <sup>-1</sup>
СП	1,5–0,6 ккал · с <sup>-1</sup>
ВП	0,5–0,4 ккал · с <sup>-1</sup>
ПП	0,3 ккал · с <sup>-1</sup>
Час досягнення максимальної анаеробної енергопродукції:	
• за рахунок розщеплення аденозинтрифосфату (АТФ)	1–2 с
• за рахунок розщеплення креатинфосфату (КрФ)	5–6 с
• за рахунок розщеплення вуглеводів:	
гліколізу	1 хв
• за рахунок аеробної енергопродукції	2–3 хв і більше
Хвилинний кисневий запит:	
МП	40–48 л · хв <sup>-1</sup>
СП	8,5–25 л · хв <sup>-1</sup>
ВП	6,5–4,5 л · хв <sup>-1</sup>
ПП	3,0–4,0 л · хв <sup>-1</sup>
Сумарний кисневий запит:	
МП	6–10 л
СП	16–30 л
ВП	50–150 л
ПП	500 л і більше
Споживання кисню при роботі:	
МП	більше 0,3 л на 100 м
СП	4–6 л · хв <sup>-1</sup>
ВП	5–6 л · хв <sup>-1</sup>
ПП	3–4 л · хв <sup>-1</sup>

Фізіологічні показники	Величини показників
Відносне споживання кисню (у % від МСК):	
МП	Незначне
СП	100%
ВП	100%
ПП	85%
Кисневий борг:	
МП	7–10 л
СП	20–22 л
ВП	12–15 л
ПП	до 4–5 л
Статичне зусилля	
	до 2 л
Концентрація молочної кислоти в крові:	
МП	до 4 ммоль/л
СП	до 20–25 ммоль/л
ВП	10 ммоль/л
ПП	до 2 ммоль/л
Хвилиний об'єм дихання (ХОД):	
МП	8–10 л на 100 м
СП	до 150 л · хв <sup>-1</sup>
ВП	150 л · хв <sup>-1</sup>
ПП	80–130 л · хв <sup>-1</sup>
Частота дихання (ЧД):	
МП	близько 80 на хв або 14–19 вдихів на 100 м
СП	50–70 вд. · хв <sup>-1</sup>
ВП	50–70 вд. · хв <sup>-1</sup>
ПП	50–60 вд. · хв <sup>-1</sup>
Глибина вдиху (ГД):	
МП	0,4–0,5 л
СП	до 2–3 л
ВП	до 2–3 л
ПП	до 1,5–2 л
Частота серцевих скорочень (ЧСС):	
МП	150–200 уд. · хв <sup>-1</sup>
СП	180–200 уд. · хв <sup>-1</sup>
ВП	180 уд. · хв <sup>-1</sup>
ПП	160–180 уд. · хв <sup>-1</sup>
Систолічний (ударний) об'єм крові (СО):	
МП	близько 80 мл
СП	150–200 мл

<b>Фізіологічні показники</b>	<b>Величини показників</b>
ВП	120–160 мл
ПП	120–140 мл
<b>Хвилинний об'єм крові (ХОК):</b>	
СП	35–40 л · хв <sup>-1</sup>
ВП	25–35 л · хв <sup>-1</sup>
ПП	20–25 л · хв <sup>-1</sup>
<b>Артеріальний тиск (систоличний):</b>	
МП	150–185 мм рт. ст.
СП	180–220 мм рт. ст.
ВП	180–200 мм рт. ст.
ПП	160–180 мм рт. ст.
<b>Стандартні швидкісно-силові вправи</b>	150–160 мм рт. ст.
<b>Ситуаційні вправи</b>	160–180 мм рт. ст.
<b>Концентрація глюкози в крові</b>	
МП	4–6 ммоль/л
СП	4–6 ммоль/л
ВП	4–5,5 ммоль/л
ПП	2,5–3,5 ммоль/л
<b>2. Характеристика фізіологічних станів при спортивній діяльності:</b>	за декілька годин або днів до
<b>передстартовий стан</b>	змагання
<b>стартовий стан</b>	10–20 хв
<b>середня тривалість розминання</b>	від 3 до 30 хв
<b>Інтервал між розминанням і виконанням роботи</b>	декілька хвилин
<b>Тривалість впрацювання:</b>	
<b>при динамічній роботі МП</b>	декілька секунд
<b>при динамічній роботі СП, ВП</b>	на 4–6 хв роботи
<b>при динамічній роботі ПП</b>	десятки хвилин
<b>Поява стійкого стану</b>	5–6 хв
<b>Тривалість стійкого стану</b>	до 20–30 хв
<b>Момент можливої появи "мертвої точки" (від початку роботи)</b>	
ВП	5–6 хв
ПП	8–15 хв
<b>Середня тривалість періоду відновлення:</b>	
МП	декілька хвилин
СП	декілька десятків хвилин
ВП	декілька годин
ПП	2–3 доби та більше
<b>3. Рухові якості:</b>	
<b>Сила</b>	

<b>Фізіологічні показники</b>	<b>Величини показників</b>
Кількість активних рухових одиниць (РО) у м'язах:	
при простих рефлекторних реакціях	близько 20–30 %
при значних силових напруженнях збільшення сили м'язів при її попередньому розтягуванні	90–95 % (до 100 %) у 2–3 рази
Вікові зміни маси м'язів стосовно маси тіла (у %):	
новонароджені	23%
8 років	27%
15 років	32%
18 років	44%
дорослі	40 % (у спортсменів до 50 % і більше)
Вікові досягнення максимальної величини сили:	
Вік зниження м'язової сили:	9–11 і 13–17 років після 40–50 років
Приріст сили в процесі тренування:	
при локальній роботі	18–20 років, у 3,5–3,7 рази
при глобальній роботі	на 75–150 % і більше
Збереження досягнутого рівня сили при перервах у тренуванні	до 18 місяців
<b>Швидкість</b>	
Латентний час простої рухової реакції руки на світловий подразник (середні величини):	
нетреновані особи	190–200 мс
спортсмени	120–130 мс
спортсменки	140–150 мс
Максимальна частота натискань (теплінг-тест)	до 10 с (у осіб високої спортивної кваліфікації до 12 с)
Кількість повільних та швидких волокон в м'язах спортсменів:	
бігуни-спринтери	5–20 % повільних 80–95 % швидких
бігуни на середні дистанції	40–60 % повільних 40–60 % швидких
бігуни-стаєри	70–90 % повільних 10–30 % швидких
Вік досягнення максимальної швидкості	14–15 років

<b>Фізіологічні показники</b>	<b>Величини показників</b>
Приріст швидкості в процесі тренування:	
максимальний темп	у 1,5-2 рази
швидкість пересування	у 1,5-2 рази
<b>Витривалість</b>	
Фізіологічні зміни при розвиткові витривалості:	
ЧСС у стані спокою (брадикардія)	45–50 уд · хв. <sup>-1</sup>
можливе збільшення об'єму серця	до 1000–1200 см <sup>3</sup>
збільшення ПАНО при роботі	
(у % від МСК)	до 70–80 %
збільшення МСК	до 6–6,5 л·хв. <sup>-1</sup>
збільшення ЖЕЛ	до 6–8 л
Вікові періоди найбільшого зростання витривалості	7–10 років і 13–20 років
Досягнення максимальної витривалості	20–30 років
Збереження витривалості при перервах у тренуванні	2-3 роки

#### IV. ФІЗІОЛОГІЧНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ОСНОВНИХ ЧИННИКІВ СТАНУ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНА

Загальний рівень функціональної підготовленості спортсмена і ступінь розвитку її провідних властивостей визначається за результатами виконання блоку певних тестових навантажень (на велоергометрі або тредбані) різної тривалості і потужності з використанням автоматизованого газоаналізатора швидкої дії. У стані спокою та після виконання кожного виду навантаження проводять забір крові з пальця для визначення вмісту в ній молочної кислоти. Виявлений комплекс показників дозволить визначити структуру і провідні властивості функціональної підготовленості та потенційні можливості організму спортсмена (В. С. Міщенко, 1990).

##### **А. Окремі показники, що характеризують потужність функціональних систем організму.**

1. Максимальне споживання  $O_2$  (мл/кг маси тіла).
2. Кисневий борг (мл/кг) при ФН тривалістю 60 с.
3. Величина граничної потужності ФН (кгм/хв/кг) тривалістю 10 с.
4. Максимальний серцевий індекс (мл/м<sup>2</sup> поверхні тіла).
5. Максимальний систолічний та пульсовий тиск (мм рт.ст.).
6. Різниця (у %) ЧСС при максимальному ФН і ЧСС у стані спокою.
7. Відношення об'єму серця та максимального кисневого

пульсу при критичній потужності роботи ( $W_{\text{крит}}$ ).

8. Максимальна величина ЛВ фізичного навантаження (ВТРС, л/кг).
9. Максимальний дихальний об'єм (мл/кг).
10. Дифузійна здатність легень для  $O_2$  (мл/мм рт.ст./хв).
11. Максимальна провідність організму для  $O_2$  (Ди $O_2$ ) і  $CO_2$  (Ди $CO_2$ ).

**Примітка.** Провідність для газів розраховується за такими формулами:

$$\text{Ди}O_2 = \frac{P_iO_2 - P_eO_2}{P_iO_2 - P_aO_2};$$

$$\text{Ди}CO_2 = \frac{P_iCO_2 - P_eCO_2}{P_iO_2 - P_aCO_2},$$

де  $P_i$ ,  $P_e$ ,  $P_a$  – напруження газу відповідно у вдихуваному та видихуваному повітрі і в артеріальній крові.

**Б. Показники, які характеризують економічність функціональних систем (метаболічні та функціональні показники).**

1. Споживання  $O_2$  на рівні ПАНО (мл/хв/кг).
2. Критична потужність роботи  $W_{\text{крит}}$  (кгм/хв/кг).
3. Споживання кисню граничних робочих рівнів ЛВ (мл/л).
4. Вміст лактату або рН крові на початку досягнення МСК при  $W_{\text{крит}}$ .
5. „Ватт-пульс” як відношення потужності ФН (у Вт) до ЧСС (Вт/уд.).
6. ЧСС ПАНО у % до ЧСС<sub>макс</sub>.

**Примітка.**  $W_{\text{крит}}$  – критична потужність ФН.

**В. Показники, що характеризують реалізацію потенційних можливостей організму.**

1. Відношення об'єму серця до систолічного об'єму при  $W_{\text{крит.}}$
2. Робочий дихальний об'єм, у % до ЖЄЛ.
3.  $VO_2$  на змагальних дистанціях у % від МСК (при субмаксимальних ФН).
4. Співвідношення з модельними (належними) показниками у %:
  - а) МСК на кг маси тіла;
  - б) кисневого пульсу та артеріо-венозної різниці  $O_2$ ;
  - в) МВЛ або форсованої ємності видиху за 1 с;
  - г) часу напіввідновлення ЧСС, АТ після ФН в межах  $0,7 W_{\text{крит.}}$ ;
  - д) механічної ефективності роботи (ККД).

**Г. Показники, які характеризують рухливість функціональних систем, їх здатність до швидкої мобілізації.**

1. Швидкість споживання  $O_2$  при  $W_{\text{крит.}}$  (с).
2. „Дефіцит”  $O_2$  на початку ФН при  $0,5 W_{\text{крит.}}$  (мл/кг)
3. Швидкість виходу в кров лактату після ФН  $1,5 W_{\text{крит.}}$  (хв)
4. Швидкість „утилізації” лактату впродовж 8 хв після ФН  $1,5 W_{\text{крит.}}$  (60 с) (мм/хв).
5. Швидкість „утилізації” лактату протягом 8 хв після переходу від навантаження  $1,5 W_{\text{крит.}}$  (60 с) до навантаження  $0,5 W_{\text{крит.}}$  (мм/хв).



## V. ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ВИМОГИ

1. Основні завдання курсу „Фізіології спорту і фізичних вправ”, зв’язок з іншими дисциплінами.
2. Короткий нарис історії розвитку спортивної фізіології.
3. Значення „Фізіології спорту і фізичних вправ” для наукового обґрунтування й удосконалення спортивних тренувань та фізичного виховання.
4. Загальна фізіологічна класифікація фізичних вправ.
5. Фізіологічна характеристика функцій організму при роботі максимальної потужності.
6. Фізіологічна характеристика функцій організму при роботі субмаксимальної потужності.
7. Фізіологічна характеристика функцій організму при роботі великої потужності.
8. Фізіологічна характеристика функцій організму при роботі помірної потужності.
9. Кисневий запит, споживання кисню та кисневий борг при роботі різної потужності.
10. Фізіологічна характеристика впливу швидкісно-силових вправ на організм спортсмена.
11. Фізіологічні механізми виникнення передстартових реакцій, їх види та способи регуляції.
12. Загальна характеристика фізіологічних станів у процесі спортивної діяльності.
13. Вплив розминання на функціональний стан систем організму.
14. Фізіологічна характеристика організму при впрацьову-

- ванні. Його особливості в різних зонах потужності.
15. Стійкі стани при циклічній роботі.
  16. Фізіологічна характеристика систем організму при втоми, фази та теорії втоми. Значення втоми для зростання натренованості.
  17. Ознаки й механізми формування втоми в різних системах організму.
  18. Особливості втоми при виконанні роботи різної потужності та спрямованості.
  19. „Мертва точка” та „друге дихання” при напруженій роботі.
  20. Фізіологічна характеристика систем організму при статичних зусиллях.
  21. Фізіологічні механізми процесів відновлення, його структура і фази. Активний відпочинок.
  22. Структура відновного процесу та його особливості .
  23. Класифікація засобів та методів відновлення спортивної працездатності. Фізіологічні механізми дії засобів відновлення.
  24. Фізична працездатність та методи її визначення. Особливості у спортсменів різних спеціалізацій.
  25. Максимальне споживання кисню (МСК). Чинники, що визначають та лімітують МСК. Методи визначення.
  26. Фізична працездатність при ЧСС 170 уд./хв.
  27. Фізіологічні механізми формування рухової навички у спорті.
  28. Стадії утворення та компоненти рухової навички.

29. Рухова навичка з позиції теорії функціональних систем за П.К.Анохіним.
30. Соматичні та вегетативні компоненти рухової навички. Динамічний стереотип у структурі рухової навички. Екстраполяція.
31. Умови та механізми руйнування рухової навички.
32. Загальна фізіологічна характеристика рухових якостей.
33. Фізіологічні механізми розвитку рухової якості – витривалості.
34. Фізіологічні механізми розвитку рухових якостей – сили і швидкості.
35. Фізіологічні основи натренованості.
36. Фізіологічні показники натренованості в стані спокою.
37. Фізіологічні показники рівня натренованості при стандартних навантаженнях.
38. Фізіологічні показники рівня натренованості при гранично напруженій м'язовій роботі.
39. Зміни фізіологічних показників кардіо-респіраторної системи при виконанні гранично напруженої м'язової роботи.
40. Зміни в крові при напруженій фізичній роботі. Імунітет спортсмена.
41. Особливості реакцій тренованого та нетренованого організму на стандартні та граничні фізичні навантаження.
42. Поняття про адаптацію та компенсацію функцій при фізичних навантаженнях.

43. Фізіологічні механізми аеробної працездатності.
44. Фізіологічні механізми анаеробної працездатності.
45. Адаптація організму до умов зниженого атмосферного тиску (гіпоксія).
46. Спортивна працездатність в умовах підвищеної температури навколишнього середовища.
47. Спортивна працездатність в умовах зниженої температури навколишнього середовища.
48. Біоритми та ритмічні зміни функціональної активності організму. Адаптація до змін годинних поясів. Десинхроноз.
49. Фізіологічні механізми термінової та тривалої адаптації організму спортсмена до умов середньогір'я та високогір'я.
50. Гіподинамія як соціальна проблема. Роль фізичної культури для профілактики гіподинамії та підвищення працездатності людини.
51. Фізіологічні особливості організму людей середнього та літнього віку, їх адаптаційні можливості до фізичних навантажень.
52. Фізіологічні резерви організму, їх класифікація та особливості в різних видах спорту.
53. Фізіологічні особливості жіночого організму та адаптаційні можливості з врахуванням гормональної регуляції функцій.
54. Фізіологічні особливості дітей шкільного віку та їх адаптаційні можливості до фізичних навантажень.

55. Вікова періодизація. Акселерація та ретардація. Значення у спортивному відборі.
56. Вікові особливості м'язової системи і розвиток рухових якостей у дітей та підлітків.
57. Фізіологічна характеристика кардіо-респіраторної системи в дітей та підлітків.
58. Особливості обміну речовин та енергії і функціонування залоз внутрішньої секреції у дітей та підлітків.
59. Фізіологічні особливості функціонування систем організму юних спортсменів при впрацюванні, втомі та в процесі відновлення.
60. Фізіологічна характеристика систем організму спортсмена в обраному виді спорту.
61. Методи дослідження функціонального стану організму при спортивній діяльності.
62. Методи дослідження нервово-м'язової системи у спортсменів.
63. Методи дослідження функціонального стану дихальної системи у спортсменів.
64. Основні методи дослідження функціонального стану серцево-судинної системи у спортсменів.
65. Методи дослідження фізіологічних резервів організму при заняттях фізичними вправами.
66. Фізіологічне обґрунтування оздоровчого ефекту засобів фізичної культури.
67. Фізіологічні особливості стану напруження та перетренованості. Причини його виникнення.

**VI. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ**  
для студентів IV курсу ФЗД та ПН  
**Вимоги до написання та оформлення**  
контрольних робіт зі „Спортивної фізіології”

**Контрольна робота** – це форма контролю самостійної роботи студента. Вона спрямована допомогти студентові оцінити ступінь оволодіння пройденого матеріалу і творчо застосовувати одержані знання.

Тему контрольної роботи студент отримує в деканаті або на кафедрі. Контрольна робота виконується в учнівському зошиті і повинна мати титульну сторінку такого зразка:

Львівський державний університет фізичної культури
КОНТРОЛЬНА РОБОТА № _____
з фізіології спорту та фізичних вправ
за _____ семестр 200__ / 200__ навчального року
студента _____ курсу _____ групи ФЗД та ПН
_____
<i>(Прізвище, ім'я, по батькові)</i>
Підпис студента _____
Домашня адреса студента _____

На другій сторінці наводиться план роботи (вступ, основні питання, висновки). Наприкінці роботи подають список використаної літератури.

Текст контрольної роботи слід писати чітким почерком, українською мовою. При використанні окремих аркушів формату А4 текст необхідно писати лише з одного

боку, аркуші нумерувати. Обсяг контрольної роботи –20–25 сторінок рукописного тексту.

Виконану контрольну роботу студент подає в деканат у визначений термін. Незадовільно написана робота повертається студентові для опрацювання зауважень викладача, які вказані в рецензії. Термін поправлення контрольної роботи – 10 днів.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 1**

**Тема. Класифікація фізичних вправ та їх фізіологічна характеристика.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Загальна класифікація фізичних вправ.
3. Фізіологічна характеристика динамічної циклічної роботи різної потужності:
  - а) максимальної;
  - б) субмаксимальної;
  - в) великої;
  - г) помірної.
4. Класифікація та фізіологічна характеристика ациклічних вправ.
5. Фізіологічна характеристика статичної роботи.
6. Висновки.

### Література

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
3. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
4. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 251 – 262.
5. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 5 – 24.
6. Фарфель В.С. Физиология спорта / В. С. Фарфель. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 384 с.
7. Физиология человека / под ред. В. В. Васильевой. – М. : Физкультура и спорт, 1984. – 319 с.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.
9. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Споллом, 2006. – 159 с.



## **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 2**

### **Тема. Фізіологічна характеристика станів організму при спортивній діяльності.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Передстартовий стан спортсмена, його види та механізми регуляції.
3. Фізіологічна характеристика розминання.
4. Стартовий (робочий) стан. Зміни фізіологічних функцій у процесі впрацьовування та стійкого стану.
5. Особливості динаміки станів організму в юних спортсменів.
6. Висновки.

#### **Література**

1. Геселевич А. А. Предстартовое состояние спортсмена / А. А. Гелесевич. – М. : Физкультура и спорт, 1962. – 270 с.
2. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
3. Некрасов В. П. Психорегуляція в підготовке спортсменів / В. П. Некрасов. – М. : Физкультура и спорт, 1966. – 176 с.
4. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт,

2001. – С. 310–326.

5. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 179 – 192.
6. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.
7. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполом, 2006. – 159 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 3**

**Тема: Втома.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Визначення, основні показники та прояви втоми.
3. Причини та фізіологічні механізми втоми.
4. Особливості втоми при різних видах фізичних вправ.
5. „Мертва точка ” та „друге дихання ”.
6. Значення втоми для розвитку натренованості.
7. Висновки.

#### **Література**

1. Бобков Ю. Г. Фармакологическая коррекция утомления / Ю. Г. Бобков, В. М. Виноградов, Б. Ф. Катков, С. С. Лосев. – М. : Медицина, 1984. – 260 с.
2. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – С. 5 – 21.

3. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
4. Моногаров В. Д. Утомление в спорте / В. Д. Моногаров. – К. : Здоров'я, 1986. – 218 с.
5. Розенблат В. В. Проблемы утомления / В. В. Розенблат. – М. : Медицина, 1975. – 238 с.
6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 310 – 326.
7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 179–192.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.
9. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко.–Л. : Сполум, 2006. – 159 с.

#### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 4**

**Тема. Фізіологічна характеристика процесів відновлення.**

##### План роботи

1. Вступ.
2. Характеристика процесів відновлення. Структура та фази відновного періоду.
3. Показники відновлення працездатності. Гетерохронізм.

4. Особливості процесів відновлення після фізичних навантажень різної спрямованості.
5. Фізіологічні механізми дії різних засобів відновлення. Активний відпочинок.
6. Висновки.

#### Література

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Волков В. М. Востановление в спорте / В. М. Волков. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 144 с.
3. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
4. Дубровский В. Н. Реабилитация в спорте / В. Н. Дубровский. – М. : Физкультура и спорт, 1991. – 202 с.
5. Зотов В. П. Восстановление работоспособности в спорте / В. П. Зотов. – К. : Здоров'я, 1990. – 197 с.
6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 241 – 250.
7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 47 – 53.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 368 – 376.

9. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Споллом, 2006. – 159 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 5**

**Тема: Фізіологічні механізми формування рухової навички.**

#### План роботи

1. Вступ.
2. Умовно-рефлекторні механізми формування рухової навички. Структура рухової навички з позиції теорії функціональних систем П.К. Анохіна.
3. Стадії формування рухової навички.
4. Сенсорні, виконавчі та вегетативні компоненти рухової навички.
5. Екстраполяція рухової навички.
6. Висновки.

#### Література

1. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
2. Платонов В. Н. Адаптація в спорті / В. Н. Платонов – К. : Здоров'я, 1988. – 215 с.
3. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 277 – 288.

4. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 104 – 116.
5. Фарфель В.С. Физиология спорта / В. С. Фарфель. – М. : Физкультура и спорт, 1976. – 384 с.
6. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.
7. Физиология человека / под ред. В. В. Васильевой. – М. : Физкультура и спорт, 1984. – С. 180 – 192.
8. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. –Л. : Сполум, 2006. – 159 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 6**

**Тема. Фізіологічні механізми розвитку рухових якостей.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Фізіологічні основи рухової якості – сили.
3. Фізіологічні основи рухової якості – швидкості.
4. Фізіологічні основи рухової якості – гнучкості.
5. Фізіологічні механізми м'язової витривалості.
6. Особливості розвитку рухових якостей у дітей та підлітків.
7. Висновки.

#### **Література**

1. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
2. Зацюрский Е. М. Физические качества спортсменов /

- Е. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1966. – 256 с.
3. Линець М. М. Витривалість, здоров'я, працездатність / М.М. Линець, Г. М. Андрієнко. – Л. : 1993, – 132 с.
  4. Платонов В. Н. Адаптація в спорті / В. Н. Платонов – К. : Здоров'я, 1988. – 215 с.
  5. Сергієнко Л. П. Тестування рухових здібностей школярів / Л. П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2001. – 440 с.
  6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 263 – 276.
  7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 53 – 59.
  8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 93–106.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 7**

**Тема: Фізіологічні основи аеробної працездатності.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Аеробні можливості організму та витривалість.
3. Максимальне споживання кисню (МСК). Методи визначення.

4. Чинники, що визначають величину МСК. Киснево-транспортна система.
5. МСК та фізична працездатність. Особливості у різних видах спорту.
6. Висновки.

#### **Література**

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – С. 136 – 140.
2. Виру А. А. Аэробные упражнения / А. А. Виру, Т. Я. Яримеев, Т. А. Смирнова. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 142 с.
3. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
4. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – С.21 – 26, 48 – 66.
5. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дугалла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина : пер с англ. – К. : Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
6. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – К. : Здоров'я, 1990. – 200 с.
7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 104–116.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 102-106, 180-281.



9. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполом, 2006. – 159 с.
10. Яремко Є. О. Фізіологічні проблеми діагностики рівня соматичного здоров'я : [наук.-метод. вид.] / Є. О. Яремко, Л. С. Вовканич. – Л. : Сполом, 2009. – 76 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 8**

**Тема: Натренованість та фізіологічні показники натренованості.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Фізіологічні основи натренованості (фізичної підготовленості).
3. Фізіологічні показники натренованості в умовах спокою, при стандартних та граничних навантаженнях за даними функцій:
  - а) нервово-м'язової системи;
  - б) кардіо-респіраторної системи.
4. Фізіологічна характеристика натренованості в обраному виді спорту.
5. Висновки.

#### **Література**

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – С. 136 – 140.

2. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
3. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
4. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
5. Платонов В. Н. Адаптация в спорте / В.Н.Платонов – К. : Здоров'я, 1988. – 215 с.
6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 289 – 299.
7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 233 – 238.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 340 – 400.
9. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Споллом, 2006. – 159 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 9**

**Тема. Реакції тренovanого та нетренovanого організму на стандартні та граничні навантаження.**

#### План роботи

1. Вступ.

2. Методи стандартних (тестових) навантажень у спортивній практиці.
3. Фізична працездатність (ФП). Методи визначення (PWC<sub>170</sub>, Гарвардський степ-тест).
4. Реакції тренованого та нетренованого організму на стандартні (тестові) навантаження.
5. Реакції систем організму на максимальні (граничні) навантаження.
6. Показники ФП у спортсменів різних спеціалізацій та в обраному виді спорту.
7. Висновки.

#### **Література**

1. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. – М. : Медицина, 1990. – С. 136 – 140.
2. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
3. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
4. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
5. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – К. : Здоров'я, 1990. – 200 с.
6. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. :

- Физкультура и спорт, 1986. – С. 71–98.
7. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 406–416.
  8. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполом, 2006. – 159 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 10**

**Тема: Фізіологічні механізми адаптації до різних умов зовнішнього середовища.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Вплив зниженого атмосферного тиску (високогір'я, середньогір'я) на функціональний стан систем організму та фізичну працездатність.
3. Фізіологічні механізми адаптації до умов гіпоксії.
4. Працездатність при змінах поясних та кліматичних умов. Десинхроноз.
5. Фізіологічні особливості спортивної діяльності в умовах високої температури та вологості зовнішнього середовища.
6. Фізіологічні особливості спортивної діяльності в умовах водного середовища.
7. Висновки.

#### **Література**

1. Агаджанян Н. А. Адаптация и резервы организма /

- Н. А. Агаджанян. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 176 с.
2. Агаджанян Н. А. Биоритмы, спорт, здоровье / Н. А. Агаджанян. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 208 с.
  3. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
  4. Колчинская А. З. Кислород, физическое состояние и работоспособность / А. З. Колчинская. – К. : Наукова думка, 1991. – 208 с.
  5. Платонов В. Н. Адаптация в спорте / В. Н. Платонов – К. : Здоров'я, 1988. – 215 с.
  6. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Terra-спорт, 2001. – С. 300 – 309.
  7. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 104 – 116.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 11**

**Тема: Фізіологічні особливості спортивного тренування жінок.**

#### **План роботи**

1. Вступ.
2. Особливості розвитку та статевого дозрівання жінок.

3. Анаеробні та аеробні можливості жіночого організму.
4. Особливості розвитку рухових якостей у жінок – сили, швидкості, гнучкості та витривалості.
5. Працездатність жінок у різні періоди оваріально-менструального циклу.
6. Висновки.

#### Література

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
3. Радзиевский А. Р. Проблемы совершенствования спортивной подготовки женщин / А. Р. Радзиевский. – К. : Здоров'я, 1977. – 76 с.
4. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Terra-спорт, 2001. – С. 310 – 326.
5. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 179–193.
6. Физиология человека / под ред. Васильевой В.В. – М.: Физкультура и спорт, 1984. – С. 300–306.
7. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко.– Л. : Сполом, 2006. – 159 с.

## **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 12**

**Тема: Фізіологічні особливості спортивного тренування дітей шкільного віку та їх адаптаційні можливості до ФН.**

### **План роботи**

1. Вступ.
2. Індивідуальний розвиток та вікова періодизація. Акселерація.
3. Статеве дозрівання.
4. Вікові особливості кардіо-респіраторної системи у дітей та підлітків.
5. Вікові особливості нервової та м'язової систем, значення для спортивного відбору.
6. Особливості розвитку рухових якостей у дітей та підлітків.
7. Висновки.

### **Література**

1. Вовканич Л. С. Біологічний вік людини (теоретичний та методичний аспекти) : [наук.-метод. вид.] / Л. С. Вовканич. – Л. : Сполом, 2009. – 91 с.
2. Волков Л. В. Физическая работоспособность детей и подростков / Л. В. Волков. – К. : Здоров'я, 1981. – 120 с.
3. Ермолаев Ю. Д. Возрастная физиология / Ю. Д. Ермолаев. – М. : Высшая школа, 1985. – 386 с.

4. Сергієнко Л. П. Тестування рухових здібностей школярів / Л. П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2001. – 440 с.
5. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – С. 359 – 436.
6. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – С. 193 – 218.
7. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 477 – 492.
8. Филин В. Н. Основы юношеского спорта / В. Н. Филин, К. А. Фомин. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – С. 20 – 49.
9. Яремко Є. О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполком, 2006. – 159 с.

### **КОНТРОЛЬНА РОБОТА № 13**

**Тема: Фізіологічні основи оздоровчої фізичної культури. Функціональні резерви.**

#### План роботи

1. Вступ.
2. Рухова активність та здоров'я.
3. Фізіологічні резерви організму.
4. Гіпокінезія. Вплив на функціональний стан організму.
5. Вплив оздоровчої фізичної культури на організм.



6. Фізіологічна характеристика ранкової гігієнічної та виробничої гімнастики.
7. Висновки.

#### Література

1. Бальсевич В. К. Физическая культура для всех и каждого / В. К. Бальсевич. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.
2. Виру А. А. Аэробные упражнения / А. А. Виру, Т. Я. Юримяз, Т. А. Смирнова. – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 142 с.
3. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
4. Мильнер Е. С. Формула жизни / Е. С. Мильнер. – М. : 1991. – 112 с.
5. Муравов И. В. Оздоровительные эффекты физической культуры и спорта / И. В. Муравов. – К. : Здоров'я, 1989. – 265 с.
6. Пирогова Е. А. Совершенствование физического состояния человека / Е. А. Пирогова. – К. : Здоров'я, 1989. С. 65 – 114.
7. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М.: Терра-спорт, 2001. – С. 345 – 358.
8. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – С. 469 – 358.

## VII. СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Основна.

1. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : Олімпійська література, 2003. – 655 с.
2. Вовканич Л. С. Біологічний вік людини (теоретичний та методичний аспекти) : [наук.-метод. вид.] / Л.С. Вовканич. – Л. : Сполом, 2009. – 91 с. – ISBN 978-966-665-550-2.
3. Голубій Є. М. Фізіологічні основи фізичної культури і спорту / Є. М. Голубій. – Л. : 1998. – 40 с.
4. Земцова І. І. Спортивна фізіологія / І. І. Земцова. – К. : Олімпійська література, 2008. – 207 с.
5. Солодков А. С. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная : [учебник для вузов физ. культуры] / А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. – М. : Терра-спорт, 2001. – 520 с.
6. Спортивная физиология / под ред. Я. М. Коца. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 240 с.
7. Физиология человека / под ред. Н. В. Зимкина. – М. : Физкультура и спорт, 1975. – 496 с.
8. Яремко Є.О. Спортивна фізіологія / Є. О. Яремко. – Л. : Сполом, 2006. – 159 с.

### Додаткова.

1. Агаджанян Н. А. Адаптация и резервы организма /

- Н. А. Агаджанян. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 176 с.
2. Агаджанян Н. А. Биоритмы, спорт, здоровье / Н. А. Агаджанян. – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 208 с.
  3. Актуальные проблемы функциональных резервов спортсмена / под ред. Мозжухина А. С, Зимкина И. В., Давиденко Д. И. – Л. : изд-во ГДОИФК им. П. Ф. Лесгафта, 1985. – 96 с.
  4. Амосов Н. М. Физическая активность и сердце / Н. М.Амосов, Я. А. Бендет. – К. : Здоровье, 1984.–232 с. – ISBN 5-311-00360-X.
  5. Анохин П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. – М. : Медицина, 1975. – 447 с.
  6. Апанасенко Г. А. Избранные статьи о здоровье / Г. А. Апанасенко – К. : Здоров'я, 2005. – 48 с.
  7. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик – М. : Медицина, 1990. – 192 с. – ISBN 5-225-01022-9.
  8. Баевский Е. М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе / Е. М. Баевский, О. Н. Кирилов, С. З. Клецкин. – М. : Наука, 1984. – 220 с.
  9. Бальсевич В. Н. Физическая активность человека / В. Н. Бальсевич, В. А. Запорожанов. – К. : Здоров'я, 1987. – 202 с.
  10. Баранов Н. И. Мышечная деятельность, адаптация, тре-

- нированность. / Н. И. Баранов. – Кишинев : Штиинца, 1989. – 103 с.
11. Булатова М. М. Спортсмен в различных климатогеографических и погодных условиях / М. М. Булатова, В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 1996. – 176 с.
  12. Вайнбаум Я. С. Дозирование физических нагрузок школьников / Я. С. Вайнбаум. – М. : Просвещение, 1991. – 64 с.
  13. Васильева В. В. Сосудистая реакция у спортсменов / В. В. Васильева. – М. : Физкультура и спорт, 1971. – 129 с.
  14. Виру А. А. Аэробные упражнения / А. А. Виру, Г. А. Юримяз, Т. А. Смирнова – М. : Физкультура и спорт, 1988. – 142 с. – ISBN 5-278-00046-5.
  15. Виру А. А. Гормоны и спортивная работоспособность / А. А. Виру, П. К. Кырге. – М. : Физкультура и спорт, 1983. – 160 с.
  16. Вовканич Л. С. Вікова фізіологія / Л. С. Вовканич.– Л. : 2003. – 36 с.
  17. Волков В. М. Восстановление в спорте / В. М. Волков. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 144 с.
  18. Волков Л. В. Физическая работоспособность детей и подростков / Л. В. Волков.– . : Здоров'я, 1981. – 120 с.
  19. Волков Н. А. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Нсен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. – К. : Олимпийская литература, 2000. –

504 с. – ISBN: 966-7133-29-X.

20. Гандельсман А. Б. Физиологические основы спортивной тренировки / А. Б. Гандельсман, К. М. Смирнов. – М. : Физкультура и спорт 1970. – 115 с.
21. Геселевич А. А. Предстартовое состояние спортсмена / А. А. Гелесевич. – М. : Физкультура и спорт, 1962, – 270 с.
22. Головина Л. Л. Влияние факторов внешней среды на работоспособность спортсмена / Л. Л. Головина. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 19 с.
23. Готовцев А. А. Спортсменам о восстановлении / А. А. Готовцев. – М. : Физкультура и спорт 1982. – 20 с.
24. Грушанин С. А. Функция сердца у юных спортсменов / С. А. Грушанин, В. В. Шигалевский – К. : Здоров'я, 1988.- 165 с.
25. Дацків П.П. Оцінка адаптаційних можливостей кардіогемодинаміки легкоатлетів бігунів на довгі дистанції /П. П. Дацків// Молода спортивна наука України Л., 2004.– Т2. – С.448 – 452.
26. Дембо А. Г. Спортивная кардиология / А. Г. Дембо, Э. В. Земцовский. – Л. : Медицина, 1989. – 464 с.
27. Дембо А. Г. Врачебный контроль в спорте / А. Г. Дембо. – М. : Медицина, 1988. – 288 с.
28. Дубровский В. Н. Реабилитация в спорте / В. Н. Дубровский. – М. : Физкультура и спорт, 1991. – 202 с.

29. Душанин С. А. Система многофакторной экспресс-диагностики функциональной подготовленности спортсменов при текущем врачебном контроле / С. А. Душанин. – К. : Здоров'я, 1989 – 143 с.
30. Евгеньева Л. Я. Большие нагрузки в спорте / Л. Я. Евгеньева, М. Я. Горкин. – М. : Физкультура и спорт 1973. – 178 с.
31. Ермолаев Ю. А. Возрастная физиология / Ю. А. Ермолаев. – М. : Высшая школа, 1985. – 386 с.
32. Запорожанов В. А. Контроль в спортивной тренировке / В. А. Запорожанов. – К. : Здоров'я, 1988. – 144 с.
33. Зациорский В. М. Физические качества спортсменов / В. М. Зациорский. – М. : Физкультура и спорт, 1966. – 256 с.
34. Зотов В. П. Восстановление работоспособности в спорте / В. П. Зотов. – К. : Здоров'я, 1990. – 197 с.
35. Иванов В. В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В. В. Иванов. – М. : Физкультура и спорт, 1987. – 256 с.
36. Калинин М. И. Биохимия мышечной деятельности / М. И. Калинин, В. А. Рогозкин. – К. : Здоров'я, 1989. – 144 с.
37. Калинин М. И. Рациональное питание спортсменов / М. И. Калинин, А. И. Пшендак. – К. : Здоров'я, 1985. – 85 с.
38. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков –

- М. : Физкультура и спорт, 1988. – 208 с. – ISBN 5-278-0004-X.
39. Карпман В. Л. Сердце и работоспособность спортсмена / В. Л. Карпман, С. В. Хрущев, Ю. А. Борисова. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 120 с.
40. Колчинская А. З. Кислород, физическое состояние и работоспособность / А. З. Колчинская. – К. : Наукова думка, 1991. – 208 с.
41. Коц Я. М. Физические особенности мышечной деятельности женщин-спортсменок / Я. М. Коц. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 35 с.
42. Купер К. Аэробика для хорошего самочувствия / К. Купер – М. : Физкультура и спорт, 1989. – 224 с. – ISBN 5-278-00116-X.
43. Кучкин С. Н. Физиологические методы исследования в спорте / С. Н. Кучкин, В. М. Пенегин. – Волгоград, 1981. – 82 с.
44. Линець М. М. Витривалість, здоров'я, працездатність / М. М. Линець, Г. М. Андрієнко. – Л. : 1993. – 132 с.
45. Маликов Н. В. Адаптация: проблемы, гипотезы, эксперименты / Н. В. Маликов. – Запорожье, 2001. – 371 с.
46. Меерсон Ф. З. Адаптация, стресс и профилактика / Ф. З. Меерсон. – М. : Наука, 1981. – 237 с.
47. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов / В. С. Мищенко. – К. : Здоров'я, 1990. – 200 с.
48. Моногаров В. Д. Утомление в спорте / В. Д. Моногаров. – К. : Здоров'я, 1986. – 118 с.

49. Мотылянская Р.Е. Методологические основы определения физической работоспособности у юных спортсменов / ТиПФК, 1982. – № 9. – С. 24–27.
50. Муравов Н. В. Оздоровительные эффекты физической культуры и спорта / Н. В. Муравов – К. : Здоровье. 1989. – 272 с.
51. Некрасов В. П. Психорегуляция в подготовке спортсменов / В. П. Некрасов. – М.: Физкультура и спорт, 1966. – 176 с.
52. Платонов В. Н. Адаптация в спорте / В. Н.Платонов – К. : Здоров'я, 1988. – 215 с.
53. Пратусевич Ю. М. Определение работоспособности учащихся. / Ю. М. Пратусевич. – М. : Физкультура и спорт, 1985. – 126 с.
54. Преварский Б. П. Клиническая велоэргометрия / Б. П. Преварский, Г. Д. Буткевич. – К. : Здоров'я, 1985. – 79 с.
55. Радзиевский А. Р. Проблемы совершенствования спортивной подготовки женщин / А. Р. Радзиевский. – К. : Здоров'я, 1977. – 76 с.
56. Ритм сердца у спортсменов / под ред. Баевского Р. М., Мотылянской Р. Е. – М. : Физкультура и спорт, 1986. – 142 с.
57. Розенблат В. В. Проблемы утомления / В. В. Розенблат. – М. : Медицина, 1975. – 238 с.
58. Романенко В. А. Диагностика двигательных способностей / В. А. Романенко–Донецк, ДОННУ, 2005.– 290 с.



– ISBN 966.639.239.9.

59. Сергієнко Л. П. Тестування рухових здібностей школярів / Л. П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2001. – 440 с.
60. Сіренко Р. Р. Комплексний контроль працездатності юних футболістів / Р. Р. Сіренко. –Л., 2006. – 115 с.
61. Сурков Е. Н. Адаптація в спорті / Е. Н. Сурков. –М. : Фізкультура і спорт, 1982. – 178 с.
62. Ткачук В. Г. Медико-біологічні основи спортивної тренувки в циклічних видах спорту / В. Г. Ткачук, В. П. Брынзюк, Ю. Д. Паньшюко. – К. : КГІФК, 1991. – 91 с.
63. Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дугалла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина : пер с англ. – К. : Олімпійська література, 1998. – 431 с. – ISBN 966-7133-07-9.
64. Филатов А. Г. Аутогенная тренировка.– К. : Здоров'я, 1979. – 148 с.
65. Фомин Н. А. Физиологические основы двигательной активности / Н. А. Фомин, Ю. Н. Вавилов.– М. : Фізкультура і спорт, 1991. – 224 с.
66. Шварц В. Б. Медико-біологічні аспекти спортивної орієнтації і відбору / В. Б. Шварц, С. В. Хрушев.– М. : Фізкультура і спорт, 1984. –151 с.
67. Шубин В. М. Имунитет і здоров'я спортсменів / В. М. Шубин, М. Я Левин. – М. : Фізкультура і спорт, 1985. –173 с.

68. Яремко Є. О. Фізіологічні проблеми діагностики рівня соматичного здоров'я : [наук.-метод. вид.] / Є. О. Яремко, Л.С. Вовканич. – Л. : Сполом, 2009. – 76 с. – ISBN 978-966-665-521-2.
69. Astrand P. O. Textbook of work Physiology : Physiological Bases of Exercise / P. O. Astrand, K. Rodahl //New York, Mc Graw. – Hill, 1986, –682p.
70. Conconi F. Determination of the anaerobic threshold by a non-invasive field test in runners / F. Conconi // Journal of Applied Physiology – 1982. – Vol. 52. – pp. 869–873.
71. Inbar O. The Wingate Anaerobic Test / O. Inbar, O. Bar-Or, J. S. Skinner. Human Kinetics.–1996. – 120 p.
72. Heart rate variability. Standard of measurement, physiological and clinical use. Task Force of European Society of Pacing and Electrophysiology // Europ.Heart. J. –1996. vol. 17 – P. 354–381.
73. Kozłowski S. Wprowadzenie do fizjologii klinicznej / S. Kozłowski, K. Nazar. – Warszawa, 1999.– 650 p.
74. Kushmerick M. J. Anthropometric Factor. Strength and power in sport / M. J. Kushmerick. – Backwell Scient, 1992. P.180 – 195.
75. Margaria R. Measurement of muskular power (anaerobic) in men / R. Margaria, P. Ayhemo, E Rowelli // Journal of Applied Physiology.– 1966. Vol. 21. – pp. 1662–1668.
76. Martin A. D. An anatomical basis for assessing human body composition / Evidance from 25 cadavers Unpublished doctoral dissertation / A. D. Martin Simon

- Fraser University, Burnaby, B.C., 1984. – 340 p.
77. Saltin B. Physiological adaptation physical conditioning: Old problems revisited / B. Saltin.– // Bata Medica Scandinavica, 1986. – P. 11–24.
78. Thoden J. S. Testing aerobic power / J. S. Thoden. – // Physiological Testing of the High – Performance Athlete Human Kinetics. 1991. – p.107– 173
79. Wilmore J.H. Physiology of Sport and Exercise Training / J. H. Wilmore, D. L. Costill. – Human Kinetics. – 1994. – 549 p.

### **Подяка.**

Публікацію цього навчального посібника уможливила активна допомога колективу працівників кафедри анатомії і фізіології ЛДУФК.

Велику допомогу у коректуванні рукопису посібника надали рецензенти: професор Мечислав Гжегоцький і доцент Любомир Вовканич.

Вдячний також Петру Дацківу, Оксані Борис, Єлизаветі Лупиніс за фахове комп'ютерне оформлення та редакційну підготовку навчального посібника до друку.

Євген Яремко

Навчальне видання

**ЯРЕМКО Євген Омелянович**

**Фізіологія спорту та фізичних вправ**

Навчальний посібник

Редактори *О. Я. Борис та Є. А. Лутиніс.*  
Комп'ютерна верстка *П.П. Дацків*

Підписано до друку 20.05.2010. Формат 60x84/16.  
Папір офсет. Друк різнограф.  
Ум. друк. арк. 12,2. Обл. вид. арк. 10,5.  
Наклад 100 прим. Зам. № 100465.

Редакційно-видавничий відділ  
Львівського державного університету фізичної культури  
79000, м. Львів, вул. Костюшка, 11  
тел. +38 (032) 261-59-90  
<http://www.ldufk.edu.ua/>  
e-mail: [redaktor@ldufk.edu.ua](mailto:redaktor@ldufk.edu.ua)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до Державного реєстру видавців, виготівників  
та книгорозповсюджувачів видавничої продукції  
ДК № 3354 від 24.12.2008 р.

Видавництво Національного університету  
“Львівська політехніка”  
Поліграфічний центр Видавництва  
Національного університету “Львівська політехніка”  
*Реєстраційне свідоцтво серії ДК № 751 від 27.12.2001 р.*

*вул. Ф. Колесси, 2, Львів, 79000*  
тел. +380 32 2582146, факс +380 32 2582136  
vlp.com.ua, ел. пошта: [vmr@vlp.com.ua](mailto:vmr@vlp.com.ua)

